

13 A 3①~⑤
(14 K 2)
(14 O 3)
(13 C 32)

特 許 公 報

特 許 出 願 公 告

昭 44-5526

公 告 昭 44. 3. 8

(全39頁)

Mar. 8, 1969

1969

流体分離装置およびその製造方法

特 願 昭 41-83330
出 願 日 昭 41. 12. 21
優先権主張 1965. 12. 22 (アメリカ
国) 515535
1965. 12. 22 (アメリカ
国) 515621
発 明 者 ジェイムズ・エドワード・ギアリ
ー・ジュニア
アメリカ合衆国デラウェア州クレ
イモント・エステイトス・ブラ
ンディワイン・メイブルロード
502
同 ウィリアム・エドワード・ハーシ
ュ
アメリカ合衆国バージニア州スト
ーントン・コペランドストリート
305
同 ジョン・マードック・マックスウ
エル
アメリカ合衆国メリーランド州グ
レンファームズ
同 リチャード・ドナルド・レゴ
アメリカ合衆国デラウェア州ウイ
ルミントン・キン lind ライブ
1249
同 ウィリアム・エベレット・ムーア
アメリカ合衆国デラウェア州ウイ
ルミントン・タフトアベニュー
333
出 願 人 イー・アイ・デュボン・ド・ネモ
アース・アンド・コンパニー
アメリカ合衆国デラウェア州ウイ
ルミントン98・マーケット・ス
トリート1007
代 表 者 ジョージ・ダブリュー・ウォーカ
ー
代 理 人 弁理士 山下白

図面の簡単な説明

第1図はこの発明の流体分離装置を、その構造

の細部を示す為に部分的に破断した部分的縦断面
図、第2図は第1図の線2-2で切った部分的横
断面図、第2a図はフィラメント群断面を詳しく
示す為、第2図の一部分を拡大した図、第3図は
第1図の線3-3で切った部分的横断面図、第4
図は図示装置の一群の中空フィラメントの内、第
2図に示した部分の部分的拡大断面図、第5a図、
第5b図、第5c図および第5d図はフィラメン
トを囲んで群および束に拘束する為に使用される
多孔性鞘部材を例示する部分図、第6図は第1図
に示した型の浸透性分離装置を利用した2段式浸
透性分離装置または配列の略図、第7図は第1図
に示した型の浸透性分離装置を利用した3段式浸
透性分離装置または配列の略図、第8図は第1図
に示した型の浸透性分離装置を利用した変形3段
式浸透性分離装置または配列の略図、第9図は第
1図に示した型の浸透性分離装置を利用した4段
式浸透性分離装置または配列の略図、第9a図は
この発明の原理を実施した流体分離装置の1段に
おける多数の流体分離装置の良好な配列を示した
略図、第10図は小さなフィラメントの個々の群
を連続的な中空フィラメントのかせ、束またはル
ープの形に形成する装置配列の若干略図式の斜視
図、第11図は、この発明の原理を実施した浸透
性分離装置に組込む為の群または小束を形成する、
縦長の平たい形をした連続的な中空フィラメント
の単一のかせまたはループの簡単な側面図、第
12図は縦長の平たい形をした連続的な中空フィ
ラメントの単一のかせまたはループを縦長の多孔
性鞘部材に入れ、該多孔性鞘部材により半径方向
に拘束されて、ケース入りの群または束を作る所
を示した簡単な側面図、第13図はそれぞれその
多孔性鞘部材の中に入った中空フィラメントの多
数の群または小束が、この発明の浸透性分離装置
のケーシング内で大束が位置づけられる前に、こ
の大束を形成するように集成される所を示す部分
的側面図、第14図は最後の多孔性鞘部材が集成
された束の周りに配置された後、装置のケーシ
ング内へ移動する位置にある輸入り中空フィラ
メントの集成された群の束の部分的立面図、第15図
は第14図と同様に、集成されたフィラメントの
群の束上に最後の多孔性鞘部材が配置されて、集
成された束が装置のケーシング内で位置づけられ

BEST AVAILABLE COPY

るような寸法にまで、それを半径方向に拘束する所を示す図、第16図は装置のケーシング内の位置にある集成されたフィラメント群の束の部分的縦断面図であつて、鋳型集成体がケーシング上に作用的に取りつけられて、装置のケーシングに対する鋳造端閉成部材を形成している。第17図は、第16図と似た図で、鋳型集成体が取去られ、鋳造端閉成部材の不要の余分な部分を切取る前の、装置のケーシング内に配置された完成せる鋳造端閉成部材の図、第18図は第17図と同様の図であつて、第17図の場合と同じく装置のケーシング内に配置された完成せる変形鋳造端閉成部材を示しており、この鋳造端閉成部材は、束またはフィラメントの端を鋳造材料から離しておく為に、遠心力作用の間、鋳型集成体中で、混和されない重い液体の半径方向に外側にある層に対して形成される型のものである。第19図は浸透性分離装置のケーシングに対する鋳造端閉成部材を形成する為に使用される遠心力装置の部分的斜視図であつて、ケーシングと、遠心力装置に作動係合している協働する鋳型集成体とを示している。第20図は第19図に示した遠心分離装置の変形の部分的側面図で、1つの鋳造端閉成部材を作る位置にある多数のケーシングを示している。

発明の詳細な説明

この発明は一般的に、有機重合体組成物で作られた小さな中空フィラメントの形をした薄膜素子を通る浸透性の割合が異なることを利用した流体分離の技術に関する。さらに具体的に言えば、この発明は、新規で改良された動作方法を有する新規で改良された分離装置に関する。またこの発明は、この流体分離装置を作る為の新規で改良された装置および方法にも関する。

重合体組成物の中空フィラメントを利用した流体分離の装置および方法は従来の技術にも示されている。しかし、従来の技術を注意して検討すると、装置および方法の構成が、この分野における初期の着想の実験的または不充分、非現実的な実施例であることが判る。さらに従来の構成の設計ならびに特徴は、商業的に利用するのに有効でないか、もしくは実用的な信頼性のある商業的な製造技術に向かないものである。

この発明の主な一般的な目的は、特に商業上の動作の能率、融通性、信頼性の点で、また商業的な製造法として簡単で、直接的で経済的な設計であり、実用的である点で、従来の構成の欠点および不利を克服した新規で改良された流体分離装置

ならびに多くの流体の分離方法を提供することである。

この発明の付加的な一般的な目的は、この発明の流体分離装置を作る為の新規で改良された商業的な製造方法および装置を提供することである。

この発明のこれらの目的を達成する手段ならびに方法、およびその他の目的ならびに利点は以下図面について説明する所から明らかになろう。

この発明の良好な実施例を表わす流体分離装置の基本装置が第1図乃至第4図に示されている。一般的に言えば、この装置が動作するのは、浸透性または活性化された拡散により非多孔質薄膜素子を気体および液体が選択的に通過することによる。このような通過は、通常、気体または液体材料が固体の非多孔性薄膜素子の一表面内に溶けこみ、濃度または圧力の差の影響の下に該材料が薄膜素子中を移動し、薄膜素子の別の表面に該材料が現われる事を含むものとして説明されている。流体混合物の異なる成分が非多孔性薄膜素子中を異なる割合で通過する時に分離が行われる。浸透性の差によるこの種類の分離が従来では白金、パラジウムおよびその合金の薄膜素子、シリカおよび或る種の硝子の薄膜素子、ならびに種々の重合体材料の薄膜装置で行われていた。

第1図乃至第4図に示す良好な装置は、鋼のような適当な材料で作られた縦長の流密な管状ケーシング集成体101から成る。管状ケーシング集成体101は成可く両端が開放しているのがよい。両端がフランジ要素102および外向きにテーパのついた部分107をそなえている。さらに管状ケーシング集成体は、集成体の中へ、また集成体の外へ流体を移動させる為の入口および出口手段108および109をそなえている。成可くなら、手段108および109は、テーパのついた部分107によつて形成された管状集成体の拡大せる内部部分に連通するのがよい。例えばポリエチレン・テレフタレートのような重合体組成物で作られた多数の非常に小さい中空フィラメント111が、比較的密に詰められた関係で、管状ケーシング集成体101の内側に配置されている。第1図乃至第4図に示されるように、多数のフィラメント111は多数のほぼ同じフィラメント群110を構成し、おのおのの群が、フィラメントおよび群の縦方向に伸びる縦長の可撓性多孔性スリーブ部材112によつて周縁を拘束されている。さらに、多孔性スリーブ部材に囲まれたおのおののフィラメント群110は、すべてが図示したような

少なくとも一つの全長にわたる縦長の可撓性多孔性スリーブ部材113によつて囲まれている。管状ケーシング集成体101のおおのこの端は、成可く重合体組成物、例えばエポキシ樹脂で作られた流密鑄造壁部材950によつて閉じられている。互いに平行でかつ管状ケーシング集成体の軸線に平行な中空フィラメントが鑄造壁部材950の間に伸びる。中空フィラメントは、鑄造壁部材の中に埋設され、かつそれに対して流密関係でそれを通りぬける開放端部を有する。さらに管状ケーシング集成体101はおおのこの端に外側閉成部材103をそなえて居り、外側閉成部材103は管状ケーシング集成体101および鑄造壁部材950と協働して、中空フィラメントの内部部分と連通する閉じた室130を構成する。おおのこの室130は導管手段104をそなえていて、おおのこの室と室の外部の個所との間で流体が移動出来るようになっている。外側閉成部材103はフランジ105を有し、これがボルト106により管状ケーシング集成体のフランジ102に取付けられている。図示の良好な実施例では、ゴムまたはネオプレンのような適当な材料で作られた環状の弾性ガスケットKが、鑄造壁部材950と管状ケーシング集成体101との間、および鑄造壁部材と外側閉成部材103との間に設けられて、流密な密封作用を改善している。外側閉成部材103は例えば鋼のような適当な材料で作られる。

第2図に示されるように、テーパの付いた部分107の間で管状ケーシング集成体の主部内に配置されるフィラメント111のスリーブ入りの群110は、比較的密に詰めこまれている。多孔性スリーブ部材112の可撓的な拘束性によつて、各群内のフィラメントはコンパクトな断面に保たれながらも、各群が降伏的に他の群および管状ケーシング集成体の内側に係合しうようになつていて、堅固な円形横断面を持つ群によつて得られるよりも高度の詰め込み状態を達成するのに必要な断面の变形が場合により可能になつている。これは第2a図に最もよく示されている。フィラメント群もフィラメントもそれ自体互いに係合し、かつ群およびフィラメントの長さに沿つて伸びる多数の縦長の区域または線において、横方向にケーシング集成体に係合する(第2図、第2a図、第4図)。これらの縦長の区域は群の間、フィラメントの間、および群とケーシング集成体との間に、フィラメントおよび管状ケーシング集成体の長さに沿つて伸びる多数の横方向に均一に分布した縦

長の通路を限定する。これらの通路は横方向の連絡が非常に乏しく、強制的に流体をケーシング集成体内および中空フィラメント外部で循環させて、テーパの付いた部分107の間で、フィラメントおよび管状ケーシング集成体の内部部分に沿つてほぼ縦方向に移動させる。

管状ケーシング集成体のテーパの付いた部分107があることによつて生ずるフィラメント群のその端近くでの位置関係が第3図に示されている。この図で、テーパの付いた部分107における内部断面積が拡大されている事により、フィラメントの詰め込み密度が減少し、それらの間の間隔が増し、入口および出口手段108、109と、隣接し合うフィラメントおよびフィラメント群の間の縦長の通路との間で、流体の分布および収集が改善されることと理解されよう。

管状ケーシング集成体のおおのこの端の内部のテーパが付いた端部107は、鑄造壁部材950の対応するテーパの付いた部分と協働して、これらの部分の間の流密な密封を維持するのに役立つ楔作用を持つ。同様な作用が、外側閉成部材103と鑄造壁部材950との係合し合うテーパの付いた部分同士の間での係合によつて生ずる。

この装置の重要な特徴は鑄造壁部材950の内側面S Fに關係するものである。この面は比較的滑らかで、連続的で、一様であつて、中空フィラメントが伸びる方向には実質的に急激な偏差がない。鑄造壁部材の間のフィラメントの有効表面積を減らさずに、中空フィラメントの周りに流密な密封が存在するように、この形態が達成され、維持されることが重要である。この発明の良好な実施例では、鑄造壁部材950の内側面S Fが、図示のごとく、正円筒の凹形彎曲形を有する。この形は鑄造壁部材950を形成する為に好適に用いられる遠心力式鑄造作業によつて作られるが、この作業については後で説明する。

中空フィラメント111は選択的なまたは異なる浸透性による流体分離に適した任意の重合体材料で作ることが出来る。これはオレフィン、エステル、アミド、シリコン、エーテル、ニトリルまたは硫化物重合体、乃至はその他任意適当な重合体あるいは共重合体で作ることが出来る。適当な中空フィラメントはポリエチレン・テレフタレート、ポリビニル・クロライド、ポリビニリデン・クロライド、ポリヘキサメチレン・アジパミド、テトラフロロエチレンおよびヘキサフロプロピレンの共重合体、セルローズ・アセテート、エチ

ル・セルローズ、ポリスチレン、ブタジエンおよびスチレンの共重合体、およびその他多くの重合体ならびに共重合体で作ることが出来る。フィラメントは溶液紡糸法または融解紡糸法のような任意の適当な方法で作ることが出来る。中空の重合体フィラメントは外径が約10乃至約500ミクロンであることがよく、かつ肉厚が約1乃至約100ミクロンであることがよい。外径が20乃至250ミクロン、肉厚が2乃至50ミクロンの中空フィラメントが特に好ましい。

実用上、可撓性の多孔性スリーブ部材112内の中空フィラメント111の詰め込み密度は、35%より上の任意の便宜な値であつてよいが、最適の結果を得るには出来るだけ高くすべきである。詰め込み密度は、管状ケーシング集成体の内部で、中空フィラメントの外壁内に囲まれる断面積の百分率として定義される。内径 D_S の円形横断面を持ち、円形断面で外径 D_E のN個の中空フィラメントを含んでいるケーシング集成体では、詰め込み密度が次のようになる。

$$\text{詰め込み密度(\%)} = \frac{ND_E^2}{D_S^2} \times 100$$

こうして定義した詰め込み密度は、円形断面の中空フィラメントを六角形に密に詰め込んだ配列で90.5%の最大値を持ち、4角に密に詰め込んだ時、78.5%の最大値を持つ。可撓性の多孔性スリーブ部材内で45%より高い詰め込み密度を達成するのは困難でない。フィラメントを平行に保ち、それ等をスリーブ部材で囲み、スリーブ材の周辺寸法を減少させてその中に含まれたフィラメントを押しつめることにより、60%まで、またはそれ以上の詰め込み密度を得ることが出来る。スリーブ入りの押しつめたフィラメント群を束にして、図に示すように管状ケーシング集成体の中に引張りこんだ時、約55%の詰め込み密度が達成された。第1図乃至第4図に示す型の浸透性分離装置では、約40%より高い全体的な詰め込み密度が好ましい。こう言う高い詰め込み密度は、フィラメントの間で束の中へ、また束の外へ流体が移動することをいささかも妨げず、所定の群または束内のフィラメントに沿つて、その方向に、管状ケーシング集成体内の中空フィラメントの外側に流体を流れさける。この流れ状態は、流体混合物をケーシング集成体内の中空フィラメントに通した時、中空フィラメントに沿つて、ケーシング集成体の内側に、望ましい濃度勾配を作りかつ

維持する。これは後でさらに詳しく述べる。

可撓性の多孔性スリーブ部材112, 113は、適当な強度を持ち、処理される流体混合物と両立し得るものであれば、天然でも、再生したもので、合成のもので任意の適当な材料で作ることが出来、この材料は中空フィラメントを作る材料であつても、鑄造壁部材を形成する材料であつても、あるいはスリーブが接触する他の材料であつてもよい。スリーブ部材は多孔性で可撓性であれば任意の実用的な構造でよい。成可くなら、スリーブ部材は耐摩耗性のよい材料で作るべきであり、あるいは少なくとも横方向の周縁寸法が収縮または短縮可能であつて、囲まれたフィラメント群または束に沿つて、それで一様な拘束的押しつめ作用を持つ構造にすべきである。良好な構造は、例えば木綿糸のような適当な材料で円形に編まれた繊維スリーブであり、このようなスリーブは縦方向に張力をかけられた時、横方向の周縁寸法が相当減少し得る。このスリーブは特に有利である。と言うのは、フィラメント束を管状ケーシング集成体の中に引張りこむ為に、束を囲むこのようなスリーブに張力をかける時、張力が束の長さに沿つて束の断面を一様に押しつめかつ減少させ、束の中のフィラメントを扁平にしたり、傷つけたりせずに、束をケーシング集成体の中で位置づけるのが容易になるからである。スリーブ部材113も織布または不織布で作つてよいし、あるいは穿孔乃至は裁断した円筒管であつてよい。または第5a図乃至第5d図に示すような網細工の管であつてよい。スリーブ部材がその半径または円周を均一かつ一様に収縮または減少出来ることがきわめて望ましくかつ重要である。

管状ケーシング集成体は任意の適当な横断面の形に、かつ充分な長さを任意の適当な両立し得る材料で作ることが出来る。円筒形の金属ケーシング、例えば銅管は満足出来るものである。これは作り易く、組立て易い点で妥当である。分離装置の管状ケーシングの寸法は、外径が1吋以下乃至数吋、長さが数呎から相当の長さまで、種々変化し得る。

この発明の装置における中空フィラメントの有効な構造および用い方の概念は、直径約6吋(15cm)、長さ8呎(240cm)の管状ケーシング集成体を持つこの発明を実施した分離装置で、約1200万本の中空フィラメントを詰め込んで、約20000平方呎(1800平方米)の有効薄膜表面積を作つていと云う事によつて示すこと

が出来よう。

この発明の或る形の流体分離装置では、管状ケーシング集成体のおおの端近くから流体を導入し（第8図の最終段階参照）、その端の中間の位置の所で集成体から流体を取り出すことが望ましい。こう云う場合、両端の中間にあるこの位置の所で、集成体に拡大された内部断面を与えて、限られた距離の間、フィラメントおよびフィラメント群の詰め込みを低減して、フィラメント間およびフィラメント群の間から流体を横方向に流れさせて、収集し得るようにすることが望ましい。

鋳造端閉成部材950は、十分な強度を持ちかつ装置の他の部分と両立し得るものであれば、任意の便宜な硬化性または固化性材料で作ることが出来る。ハンダ、セメント、蠟、接着剤、天然および合成樹脂を使うことが出来る。この鋳造壁部材の材料は、冷陳または冷却により、または重合、縮合、酸化を起こさせる化学反応により、乃至はその他の硬化方法により、硬化または固化させることが出来る。硬化性または固化性材料の他の望ましい性質は、固化または硬化前にフィラメント束の容易な浸透を促進する為、液状で粘性が低いこと、（あとで述べる）遠心力式鋳造作業で扱い易いように密度が高いこと、固化中にガス発生または同様な物理的変化がないこと、固化中の容積変化が最小限であるかまたはないこと、および固化中の熱の発生が最小限であることである。合成有機樹脂は、中空フィラメントに良好な重合体組成物を使つた時、硬化性材料として使うのに充分適している。鋳造壁部材を作る良好な材料はエポキシ樹脂である。

第1図乃至第4図に示された装置の動作および作用を説明するにあたり、最初に多段式装置の第1段の装置として動作する場合を述べる。気体分離用の第1段装置として使う時（流体混合物から分離すべき成分が、中空フィラメント壁を通る最高の浸透率を持ち、しかもそれが混合物の小さな百分率しか占めない場合）、最初の混合物を中空フィラメントの内部を通して移動させ、中空フィラメントの外側から、浸透した流体を収集するのが有利であることが判つた。第1図について言うと、この一般的な過程は、導管手段104を介し、第1図で見て装置の左側にある室130に初期流体混合物の入口流を高圧で持つて来ることによつて達成される。流体は室130から、フィラメント群110の中空フィラメントの内部部分の中を通つて、第1図でみて装置の右側にある同様の室

130へ移動する。中空フィラメントの内側および外側の間に、適当な圧力および（または）濃度の差を保つと、最高の浸透率を持つ成分に富む初期流体混合物の一部分は、中空フィラメントの壁を外方へ浸透して、管状ケーシング集成体101の内側と中空フィラメントの外側との間の空間に出る。この結果、フィラメント壁を通る最高の浸透率を持つ成分が幾分枯渇した、室130に達する流体混合物、即ち流出物は、導管手段104を介して取出される。

この時、初期流体混合物の内の前記成分に富んだ部分、即ち中空フィラメントの壁を浸透した浸透生成物は、入口流の圧力に較べて低い圧力で、管状ケーシングの内部から108のような適当な出口手段を介して取出することが出来る。良好な動作態様は、入口流の内のより低い圧力の部分であつてもよいが、掃引流体流を用いて、これを入口手段109からケーシング集成体101の中に入れ、ケーシング集成体の中で中空フィラメントの外側に沿つて移動させ、そして出口手段108から出させるものである。入口流の流れと反対向きの掃引流体流にする方が、所望の有効な濃度勾配を維持する為に好ましい。この場合、スリーブ部材112、113によつて可能にされるフィラメントおよび群の密な詰め込みが、その結果前述のごとくフィラメントおよび群の間に縦方向に伸びる通路と共に、ケーシング集成体101の内側および中空フィラメントの外側に、高度に能率的な、均一に分布せる流体流模様を生じ、この流体流模様では、中空フィラメントの外側での流体の望ましくない逆混合、ならびに所望の濃度勾配の乱れが低い最小限に保たれる。さらに、ケーシング集成体のきわめて小さい厚さ内におけるその単位容積あたりに存在する有効薄膜表面積が大きいことも、この装置の能率的で実用的な、商業的に実現性のある流体分離速度に重要な貢献をする。

流体混合物の内、分離しようとする成分（中空フィラメント壁を通る浸透率が最大である成分）が混合物の大きな百分率を占める場合、初期流体混合物を高圧で入口手段109を介し管状ケーシング集成体101の内部および中空フィラメントの外側に導入し、それを流出物流として、最高の浸透率を持つ成分が枯渇した状態で、出口手段108から取出するのが望ましいことが判つた。この動作態様では、初期流体混合物の内、最高の浸透率を持つ成分が富んだ部分は、中空フィラメント壁を介して中空フィラメントの内部に浸透し、

この内部から、より低い圧力で、室130および130'で収集された後、導管手段104および(または)104'を介して取出すことが出来る。この動作態様では、初期流体混合物の流れと反対向きに移動する掃引流体を利用し、これを導管手段104から入れて浸透生成物と一緒に導管手段104'から取出することも望ましい。この動作態様は、多段式気体分離装置の最終段装置として有利であることが判つた。しかし、水の脱塩または炭化水素の分離のごときこの発明の他の用途では他の構成の方が一層有利であることがあることを承知されたい。

別の望ましい最終段手法は、ケーシング集成体のおのおのの端に近い所で、中空ファイラメントの外側でケーシング集成体の中に入口流体混合物を供給し、枯渇した入口混合物をケーシング集成体の両端の間の1点でケーシング集成体から取出すものである(第8図の最終段)。この手法では、中空ファイラメントの内部に浸透する流体が装置の両端から同時に取出される(第8図の最終段)。こうすると浸透流体と入口流体混合物とが所望のごとく逆に流れて、望ましい濃度勾配を作ることが認められよう。

構造に良好な材料を用いると、この発明の原理を実施したこれらの装置は、普通の大気温度ならびに妥当な圧力レベル、例えば1000ポンド/平方吋(7×10^5 ダイン)より下の圧力で、満足に動作させることが出来る。もつとも、中空ファイラメントは、商業的に必要とされる流量を生ずるに充分な高い圧力差を容易に維持する。ファイラメント群を囲む可撓性の多孔性スリーブ部材112、113は、この発明の流体分離装置の組立て中に非常に有用な役に立つばかりでなく、動作中、中空ファイラメントを保護し続け、かつ管状ケーシング集成体の壁と接触する束の外周にあるものでも、中空ファイラメントを扁平にしたり、傷つけたりすることなく、密に詰めこまれた中空ファイラメントの束全体にわたつて、ほぼ均一に分布した横方向の圧縮応力を維持するように作用する点で、装置の組合わせの一部分自体としても重要である。

遠心力作用の下に鑄造された壁部材を用いて、ケーシング集成体の端を閉じかつファイラメントの周囲を密封することは、壁材料が(液状の時)、毛細管作用により、ファイラメントの間でかつファイラメントに沿つて、ろうそくの芯のようになり、壁内に空所を生ずると共に、ファイラメント面を被覆することにより、浸透ならびに分離の為、ケーシング集成体内での有効薄膜面積を減少すると

云う事を伴わずに、有効な均一な壁および密封を非常に細かな、密に詰めこまれたファイラメントの間、およびこれらファイラメントとケーシング集成体との間に成就する点で、装置の全体的な組合せにとつてきわめて重要であると考えられる。

第1図乃至第4図に示された分離装置は、希望および必要に応じて種々の形および方法で組合せて、多くの相異なる多重および多段式分離装置を作ることが出来る。このような多数の装置が第6図、第7図、第8図、第9図および第9a図に示されている。

第6図はこの発明の特徴を具体化した最も簡単な形の多段式気体分離装置の1つ、即ち2段式装置を示しており、供給導管201が圧力調整弁202に供給即ち入口流を供給し、ここから入口流が導管203を介して、第1図に示した型の第1段分離装置100の中空ファイラメントに通される。導管204が、第1段分離装置100の中空ファイラメントを通過した枯渇した流れ、即ち流出物を圧力調整弁206に通し、流出物流はそこから排気、再循環、またはその他の方法で処理される。導管210が入口流の一部分を制御弁208に運び、ここからこの一部分が導管209を介して、第1段分離装置100のケーシング集成体の中へ掃引流体として通される。制御弁208は、導管204内の流出物の流体組成を分析するように接続された流体分析装置207によつて制御される。掃引流体および浸透流体は導管211を介して第1段のケーシング集成体から取出され、圧縮装置212に供給される。圧縮装置212は、導管213を介して第2段即ち最終段分離装置100の中空ファイラメントに通す前に、その圧力を高める。最終段装置100の中空ファイラメントの内部からの流体は、導管214および215を介して制御弁218に通され、次いで導管216を介して第1段分離装置の入口流へと再循環させられる。制御弁218は、第2段分離装置からの再循環させられる流出物流の組成を分析するように接続された流体分析装置217により制御される。浸透生成物は最終的浸透生成物として、導管219を介して、第2段のケーシング集成体から取出される。流体分析装置220が最終的生成物流体の組成を分析し、後で説明するように、分析装置217に作用結合している。

第6図の装置を動作させる時、自動制御または圧力調整弁202および206により、供給流体および流出物流体の圧力が所望の値に維持される。

流体分析装置 207 が、枯渇した流出物流体中におけるプロセス流体の一層浸透性の成分の濃度を決定し、制御弁 208 を作動して、所望の一定の低い濃度を維持する。即ち、流出物の濃度が高くなりすぎると、制御弁 208 を開いて掃引流体流を増し、濃度が低すぎると、掃引流体流を減らす。同様に、流体分析装置 217 は再循環流体中の一層浸透性の成分の濃度を決定し、そして生成物流体の分析装置 220 によつてセット即ち定められる一定の濃度を維持するように、制御弁 218 を作動する。再循環流体の濃度が高くなりすぎると、分析装置 217 は再循環流体の流れを減らすように制御弁 218 を閉じさせ、そうすることにより第 2 段装置に至る入口流体の内、中空フィラメントの薄膜を浸透する部分を増加し、かつ再循環流体および生成物流体の両方における一層浸透性の成分の濃度を減少する。同様に、生成物流体における一層浸透性の成分の濃度が低すぎると、分析装置 220 が分析装置 217 のセット位置を上げ、これによつて制御弁を開いて再循環の流れの割合を増し、第 2 段装置に至る入口流体の内、浸透する部分を減少し、再循環流体流および生成物流体の両方における一層浸透性の成分の濃度を増す。

ヘリウムおよび窒素から成る混合物中のヘリウムを濃縮する為に第 6 図の 2 段式分離装置を動作させる場合、0.47% のヘリウムを含む気体混合物が 400 p.s.i.g. に圧縮されかつ下記の再循環流と組合わされる。こうして出来た供給気体（毎分 5315 標準容積）が、ポリエチレン・テレフタレートで構成された中空フィラメント薄膜を持つ第 1 図に示す型の分離装置に通された。供給気体は装置の 1 端から入れられ、中空フィラメントを通つて、装置の他端から出された。出発気体の一部分が水銀柱 9.8 吋に減圧され、掃引気体として、装置の管状ケーシング集成体の出口端近くから入れられた。第 1 段の中空フィラメントの内部を通過した枯渇せる流出物気体は 0.047% のヘリウムを含み、収率が 90% であつた。この第 1 段からの組合わされた浸透気体および掃引気体（毎分 693 容積）は 3.6% のヘリウムを含んでいた。この組合わされた浸透気体および掃引気体を 450 p.s.i.g. に圧縮し、第 2 段装置（やはり第 1 図に示す型）の中空フィラメント薄膜の内部に毎分 242 容積で通した。第 2 段装置の中空フィラメントの内部を通過した後、枯渇せる再循環流は 438 p.s.i.g. の圧力で 1.63% のヘリウムを含んでいた。第 2 段装置の管状ケーシ

ング集成体の入口端から取出された浸透生成物（毎分 8 容積）は 63.0% のヘリウムを含んでいた。再循環気体が出発気体混合物と組合わされて、第 1 段装置に供給された。

この型の装置は、中空フィラメント薄膜に適当な組成物を用いて、酸素分に富んだ空気を得る為、他の気体との混合物から純度の高くなつた水素を再生する為、他の炭化水素からメタンを分離する為、およびその他の分離の為に用いることが出来る。

第 7 図は、第 6 図より若干とみ入っているが、この発明の原理を実施した装置を図示しており、これはヘリウムを再純化する為、または空気から酸素を回収する為に使用するのが好ましい。この 3 段式装置は 3 つの組になつた 9 個の圧縮機 C を有する。すべての圧縮機は電動機のような適当な手段によつて駆動されるのが好ましく、おのおのの組は 3 段のおのおのにある浸透装置の 1 つ以上と関連している。初期流、即ち供給流は導管 301 を介してサンプリング装置 S に行き、そこから流量測定装置 R を通り、導管 302 を介して圧力計 G および第 1 の第 1 段圧縮機 C に至る。他のすべての圧縮機でもそうであるが、この圧縮機 C を出ると、流れは圧力計 G、2 つの水冷式熱交換器 HX、および濾過器 F ならびにトラップ T で構成された濾過器トラップを直列に通つてから、その分離段の第 2 の圧縮機 C に入る。各トラップ T は潤滑剤レベルを維持する為、それ自身の圧縮機に油を返すように接続されている。おのおのの圧縮機装置はシリンダ・ヘッドおよび熱交換器用に独立に水を供給される。圧縮機の中間の圧力は圧力計 G によつて監視され、逃し弁（図示せず）によつて制限される。各分離段の最後の圧縮機 C の圧力は、供給気体貯蔵槽としても役立つバラスト・タンク（図示せず）に復流する背圧調整器によつて調節される。第 7 図から、各分離装置 100 の入口流、枯渇せる入口流または流出物流、および浸透流が、圧力については圧力計 G、流量については流量測定装置 R によつて監視されることが理解されよう。さらに、各分離装置のケーシング集成体内の「死端」圧力が圧力計 G によつて監視される。さらに、図示していないが、第 2 および第 3 の分離段のおのおのからの枯渇せる気体即ち流出物を再循環させる設備、ならびにすべての流れの導管を通る流れの組成を分析する設備も設けられている。第 7 図から、供給流が第 1 の分離段に関連した 3 つの圧縮機装置 C を通り、導管 315 を

介して第1の分離装置100の中空フィラメントの内部に通され、中空フィラメントの内部から出て来た枯涸流が導管316および317を通じて、再循環または排気されることが理解されよう。第1の分離装置のケーシング集成体から浸透流は導管318を介して取出され、第2の分離装置に関連した3つの圧縮機に供給される。これらの圧縮機からの流れが、入口流として、導管332を介し、第2の分離装置100の中空フィラメントの内部に供給され、この装置の中空フィラメントの内部から出て来た枯涸流は導管333を介して再循環または排気される。第2の分離装置のケーシング集成体から、浸透流が導管334を介して取出され、第3の分離装置100に関連した3つの圧縮機に供給される。これらの圧縮機からの流れは入口流として、導管349を介し、第3の分離装置の中空フィラメントの内部に供給され、この装置の中空フィラメントの内部から出て来た枯涸流は、導管350、351を介して所望のごとく再循環または排気される。浸透流、即ち最終的生成物の流れは、第3の分離装置のケーシング集成体から導管352および別の背圧調整器Rを介して取出される。

第7図の装置を動作させる時、第3段分離装置の浸透生成物を分析する分析装置が、第2段分離装置からの再循環流を分析する第2の分析装置のセット位置を調整し、この第2の分析装置がこの再循環流の流量を制御する。流出物流（再循環させられる時）の流量は弁Vによつて制御される。この動作態様は、第2段の再循環の流量が変化した時、第3段の浸透生成物の組成が、第2段の再循環流または浸透流の組成程、急速に、またはそれ程著しく変わらないので、有利である。この3段式装置の幾らか当たる変形の動作態様では、第3段からの再循環気体の流れがその組成の変化に応じて制御される。この変形は、第3段の再循環気体の容積が第2段の再循環気体の容積より著しく小さく、かつ一層浸透性の成分の濃度がかなり高い為に流量の変化に伴う組成の変化はずつと小さいから、それ程望ましくない。しかし、この3段式装置は、例えば約40%乃至70%のヘリウムを含む混合物から非常に純粋なヘリウムを分離する場合のように、中位の純度の供給気体から非常に純度の高い生成物気体を分離するのに非常に有効である。このような構成では、最初の供給混合物の代わりに第1段からの枯涸せる流出物気体を用いて、第1段の装置に反対向きの掃引気体を

入れることが出来る。

第8図は第1段装置からの流出物即ち枯涸した入口流が補助段で採られるまたは処理されるようにした分離装置を示しており、これは第1図に示したものと同様の分離装置を利用した3段式装置と見ることが出来る。供給流は導管430から入つて、濾過器を通過し、次いで導管431を介して第1段浸透装置100の中空フィラメントの内部に入る。第1段浸透装置の中空フィラメントの内部から出て来る枯涸流即ち流出物は導管432を介して補助段浸透装置100の中空フィラメントの内部に通される。補助段浸透装置の中空フィラメントの内部からの枯涸流または流出物は排気されるか、またはその他の方法で導管433から取出される。この流出物流の一部分が導管434により、補助段浸透装置のケーシング集成体の中に掃引気体として供給される。この掃引気体と、補助段装置の中空フィラメントを外側へ浸透した気体とが、導管435、438を介して「デオキソ」装置に選ばれ、ここで空気と反応させられて、水を形成することによりすべての水素を除去させる。水は乾燥器で取除かれる。補助段装置からの掃引気体および浸透気体の一部分が、導管436により、掃引気体として、第1段装置のケーシング集成体の中に通される。第1段装置のケーシング集成体からのこの掃引気体と浸透気体とが、導管437に運ばれて、導管435を通つて来る流れと一緒にされ、「デオキソ」装置に送られる。「デオキソ」装置および乾燥器を通過した後、この流れが導管441によつて、第2段浸透装置に関連した圧縮機Cに供給される。次いで流れは導管443、444、446、447を介して、入口流として、第2段装置100のケーシング集成体の中でケーシング集成体の端近くの2つの個所に供給される。枯涸した入口流は、ケーシング集成体の両端の中間の所で第2段装置のケーシング集成体から取出され、導管442を介して第1段装置の入口流に再循環させられる。第2段装置の中空フィラメントを内側へ浸透した気体流は、図示のごとく導管448、449によつて中空フィラメントの内部から回収かつ運び去られ、導管450を介して第3段浸透装置に関連した圧縮機Cに導かれる。この圧縮機から流れは、導管451、452、453を介し、入口流として、第3段装置のケーシング集成体内でケーシング集成体の端近くの2つの個所に供給される。枯涸流即ち流出物流は、ケーシング集成体の両端の中間

の所で第3段装置のケーシング集成体から取出され、導管445を介して第2段装置の入口流に再循環させられる。第3段装置の中空フィラメント薄膜を内側へ浸透した気体流は、図示のごとく導管454、455、456により、最終的浸透生成物として、中空フィラメントの内部から回収かつ運び出され、最後の圧縮機Cで圧縮されて貯蔵または使用の為、導管457から取り出される。

第8図の装置を動作させる時、一層浸透性の成分の濃度が比較的大きい流体混合物が第1段浸透装置に供給され、この第1段からの枯渇せる流出物が、やはり掃引流体をそなえた補助段装置に入口流として供給される。第1段および補助段からの浸透流体および掃引流体が第3段装置からの再循環される枯渇流と混合され、第2段からの浸透流体はさらに第3段で濃縮される。この装置を制御する時、掃引気体の流れは補助段からの枯渇流出物中の濃度が所望のごとく低くなるように調整

※される。第3段からの再循環される流出物流は浸透生成物の所望の高い濃度が得られるように調節される。この装置は、例えば60%のヘリウム混合物から、99.9%以上と言うような95%より高い純度のヘリウムを回収する場合のごとく、供給流体に含まれる特に貴重な一層浸透性の成分の濃度が比較的高い時に特に有用である。

下記の表(表Iおよび表II)は、表に示す供給気体から14.7 p.s.i.g.および70°Fで毎日百万立方呎のヘリウムを作るように動作させる時、第8図に示したような装置に典型的な物理的特徴(表I)および動作条件ならびに値(表II)を表わすものである。供給気体の組成はヘリウム、窒素、メタンおよび水素が表IIに示す百分率で混合されて成るものである。中空フィラメント薄膜の組成物は紡糸(as-spun)ポリエチレン・テレフタレートである。

表 I

段	第 1	補 助	第 2	第 3
中空フィラメント内径(ミクロン)	15	15	20	20
中空フィラメント外径(ミクロン)	28.2	28.2	37.8	37.8
中空フィラメント空所割合%	28	28	28	28
中空フィラメント作用長(呎)	10	10	10	10
フィラメント総数	1060	450	322	225
ケーシング集成体内径(吋)	12	12	12	12
浸透分離装置	19	8	10	7
動作温度(℃)	40	40	40	40
供給方式	中空フィラメント内部	中空フィラメント内部	ケーシング集成体	ケーシング集成体

表 II

個所	個所の説明	動作圧力 mm Hg	流れ cc/min	% He	% N ₂	% CH ₄	% H ₂	% O ₂	% H ₂ O
401	初期供給	1400	1188	58.5	39.4	1.8	0.3	0	1.6×10^{-6}
402		415	1188	58.5	39.4	1.8	0.3	0	1.6×10^{-6}
403	第1段供給	415	1329	58.5	39.4	1.8	0.3	0	16×10^{-6}
404	補助段供給	315	552	3.6	92.3	4.1	0.15	0.055	0
405	流出物気体消費量	215	499.8	0.12	95.53	4.3	7×10^{-6}	0.046	0
406	補助段浸透物	15	52.2	39.6	59.3	3.5	0.15	0.148	0

個所	個所の説明	動作圧力 mmHg	流れ ※	% He	% N ₂	% CH ₄	% H ₂	% O ₂	% H ₂ O
407	第1段浸透物	15	777	97.0	2.36	0.16	0.48	0.01	0
408	デオキソ装置への供給	15	829.2	93.0	6.16	0.36	0.46	0.185	0
409	乾燥器への供給	15	838.8	92.6	7.0	0.36	0.00012	0.046	0.46
410	デオキソへの空気	15	9.6	0	79	0	0	2.1	0
411		15	835.2	92.6	7.0	0.36	0.00012	0.046	0
412		425	835.2	92.6	7.0	0.36	0.00012	0.046	0
413	第3段再循環	425	78.6	98.96	0.96	0.06	0.0002	0.022	0
414	第2段供給	425	912.6	93.0	6.5	0.23	0.00013	0.044	0
415	第2段再循環	415	140	58.4	39.22	2.1	0.00023	0.27	0
416	第2段浸透物	15	772.8	99.89	0.1	0.006	0.00011	0.0024	0
417	第3段供給	435	772.8	99.89	0.1	0.006	0.00011	0.0024	0
418	第3段浸透物	15	694.2	99.998	0.0015	0.0001	0.0001	0.00012	0
419	生成物	4000	694.2	99.998	0.0015	0.0001	0.0001	0.00012	0

※ 流れはS. O. F. M. 単位

※※ P. S. I. A.

第9図は各段に第1図に示した一般的な型の1つ以上の分離装置を利用して、この発明の原理を実施した良好な4段式分離装置を示している。供給流即ち入口流は導管501から装置に入り、圧力調整弁502と、最終的供給流圧力制御用の自動制御装置545によつて作動される制御弁504とを通り、導管505を介して、第1段浸透装置100の中空フィラメントの内部に入る。第1段浸透装置の中空フィラメントの内部から出て来る枯渇流即ち流出物は、導管506を介して、流出物圧力制御用の自動制御装置532によつて作動される制御弁507に通される。この流れは弁507から導管508を介して排気、再循環またはその他の方法で処理される。供給流の一部分は流れ感知装置534、導管533、圧力調整弁541、導管539、制御弁538および導管540を介して、第1段浸透装置または分離装置100のケーシング集成体の中に、掃引流として転流させられる。この掃引流および第1段浸透装置の中空フィラメントを外側へ浸透した流体が、装置のケーシング集成体から導管509を介して、圧縮機装置C.1に運ばれ、そこから導管510を介して第2段浸透装置100の中空フィラメントの中へ送られる。第2段浸透装置の中空フィラメントの内部から出て来る枯渇流即ち流出物は、導管511、制御弁557および導管591を介し

て運ばれ、導管505により第1段分離装置の中空フィラメントの内部に供給される入口流と一緒にになる。第2段分離装置の中空フィラメントを外側へ浸透した流体は、この装置のケーシング集成体から導管513を介して圧縮機装置C.2に運ばれる。この流れは圧縮機装置C.2から、導管514を介し、入口流として、第3段装置100のケーシング集成体の中へ、このケーシング集成体のそれぞれ一端に近い2つの相隔たる入口個所から供給される。第3段分離装置のケーシング集成体からの枯渇流または流出物は、ケーシング集成体上で前記2つの入口個所の間にある個所から導管515を介して取出され、圧力調整弁516および導管517を介して導管509から第2段分離装置に行く入口流に再循環させられる。第3段分離装置の中空フィラメントを内側へ浸透した流体流は、装置の中空フィラメントの内部の両端から、導管518、519を介して取り出され、導管520を介して圧縮機C.3へと運ばれる。この流れは圧縮機C.3から、導管521を介し、入口流として、第4段即ち最終段分離装置のケーシング集成体の中へ、それぞれケーシング集成体の一端に近い2つの相隔たる入口個所から供給される。第4段分離装置のケーシング集成体からの枯渇流即ち流出物の流れは、前記2つの入口個所の中間の個所でケーシング集成体から取出され、再

循環の為導管 5 2 2、圧力調整弁 5 2 3 および導管 5 2 4 を通り、導管 5 1 3 から第 3 段分離装置に入る入口流に再循環させられる。第 4 段分離装置の中空フィラメントを内側へ浸透する流体の流れは、最終的な浸透生成物であり、中空フィラメント装置の内部の両端から導管 5 2 5、5 2 6 を介して取出され、貯蔵または使用の為、導管 5 2 7 によつて運ばれる。浸透生成物の流れの組成または濃度は、成るべく分析装置 5 7 8 によつて連続的に監視することが好ましい。

おのおのの圧縮機装置は、浸透流の圧力を制御する為、図示のごとく側路真空解消装置を備えている。

第 3 段および第 4 段の分離装置からの流出物の流れの流量は、それぞれ導管 5 6 7 および 5 7 6 内にある制御弁 5 6 6 および 5 7 5 により、これらの流れおよび最終的な浸透生成物の所望の濃度または組成を維持するように制御される。

途中に圧力調整弁 5 6 1 を有する分流通管が導管 5 0 6 内の流出物の流れを、分析用装置 5 5 1 に接続し、途中に圧力調整弁 5 6 3 を有する分流通管が再循環流を分析用装置 5 5 1 に接続する。導管 5 0 6 内の流出物の分析結果（濃度または組成）を表わす信号が導管 5 5 0 を介して制御装置 5 4 7 に送られる。制御装置 5 4 7 はこの信号を所望のまたは設定点の濃度または組成と比較し、誤差信号または差信号を発生し、これが制御装置 5 3 6 に伝送される。流れ感知装置 5 3 4 によつて発生された流量信号が制御装置 5 3 6 に伝送される。これらの 2 つの入力を受取つて、制御装置 5 3 6 は、第 1 段分離装置からの流出物の流れにおける濃度または組成を所望の予定の値に維持するように、制御弁 5 3 8 を作動する。導管 5 1 1 内の再循環流の濃度または組成を分析した結果を表わす信号が、導管 5 5 2 を介して制御装置 5 5 3 に送られる。制御装置 5 5 3 はこの信号を所望のまたは設定点の濃度または組成と比較し、誤差信号または差信号を発生し、これが制御装置 5 5 5 に伝送される。導管 5 1 1 および 5 1 0 の間に接続された圧力感知装置 5 5 9 が発生する圧力差信号が制御装置 5 5 5 に伝送される。これら 2 つの入力を受取つて、制御装置 5 5 5 は、制御弁 5 5 7 を動作して導管 5 1 1 内の流れを制御し、かつ第 2 段分離装置からの再循環される流出物の流れにおける組成または濃度を所望の予定の値に維持する。

第 9 図の装置の動作を概括的に言えば、第 1 段

分離装置のケーシング集成体に対する掃引流体の流れが、制御弁 5 3 8 と制御装置 5 4 7 および 5 3 6 とによつて、導管 5 0 6 によつて運ばれる枯渇した流出物における一層浸透性の成分の濃度または組成を予定の低い値に維持するように調節される。さらに、第 2 段の再循環流、第 3 段の再循環流または第 4 段の再循環流の流れは、第 2 段の浸透流、第 3 段の浸透流または第 4 段の浸透生成物の流れの濃度または組成の変化に応じて調節される。第 9 図に示したような良好な構成では、第 4 段の浸透生成物の流れにおける一層浸透性の成分の所望の高い濃度を維持するように、第 2 段の再循環流を制御する。このような装置をこの動作方法で動作させると、例えば天然ガスからヘリウムを回収する場合のように、一層浸透性の成分の濃度が低い流体混合物から、高い割合で高純度の生成物を回収するのに特に有用である。

第 9 図に示したような、この発明の原理を実施した 4 段式装置を使つて、天然ガスからヘリウムを回収する試験工場を作つたが、満足に動作した。この装置は外径約 2.92 ミクロン、内径約 1.55 ミクロンのポリエチレン・テレフタレートの中空フィラメント薄膜を利用した。第 1 段装置は多数の分離装置を並列に接続したもので、有効長約 200 cm の中空フィラメントを合計約 5 千万本用い、合計有効面積は約 73000 平方呎であつた。第 2 段装置は、有効長 75 cm の中空フィラメントを約 1100 万本用い、合計有効面積は約 617 平方呎であつた。第 1 段および第 2 段の装置では供給流即ち入口流を中空フィラメントの内部に供給した。第 3 段および第 4 段の装置では、作用フィラメント長が 86 cm、中空フィラメント数がそれぞれ 10400 本および 3200 本、有効面積が約 66.4 平方呎および約 20.3 呎であつたが、供給流即ち入口流を中空フィラメントの外側でケーシング集成体の中に供給した。この装置は、第 1 段装置から枯渇した流出物気体の分析に応じて第 1 段装置に対する掃引気体の流れを調節する自動制御装置と、第 2 段の再循環流の分析に応じてこの再循環流の流れを調節する自動制御装置とを含んでいた。さらに、第 4 段の最終的な浸透生成物のヘリウム成分の変化に応じて再循環流の所望の濃度が変化させられた、即ち制御された。この試験工場装置は下記の条件（表Ⅲ）で流量の変動を少なくし、気体混合物の組成の変動を少なくして、連続的に運転された（表中、若干の損失およびサンプル流による損失は示していない）。

表

Ⅲ

導 管	流れの種類	圧 力	流れ (S.C.F.M.)	ヘリウム (容積%)
501	装置の供給流	740 p.s.i.g.	51.0	0.50
503	"	315 p.s.i.g.	50.9	0.50
540	第1段掃引	-22.5 in.Hg.	0.12	0.50
593	第1段供給	315 p.s.i.g.	51.6	0.59
506	第1段流出物	248 p.s.i.g.	49.7	0.032
509	第1段浸透	-22.5 in.Hg.	2.05	13.1
510	第2段供給	375 p.s.i.g.	0.91	13.0
511	第2段再循環	345 p.s.i.g.	0.76	3.8
513	第2段浸透	-15.5 in.Hg.	0.15	59.8
514	第3段供給	200 p.s.i.g.	0.10	61
515	第3段再循環	200 p.s.i.g.	0.06	10
518	第3段浸透	0 p.s.i.g.	0.04	85
519	第3段浸透	0 p.s.i.g.	0.04	85
521	第4段供給	110 p.s.i.g.	0.025	85
522	第4段再循環	110 p.s.i.g.	0.016	74
525	第4段浸透 (生成物)	0 p.s.i.g.	0.010	99.9
526	第4段浸透 (生成物)	0 p.s.i.g.	0.010	99.9

制御装置の有効性を試験する為、円滑に運転しているプロセスに下記の乱れを導入した。

- (イ) 第1段の枯渇した流出物の流れおよび第2段の再循環流に対して、所望のヘリウム濃度を変えた。
- (ロ) 第1段の枯渇した流出物の流れの圧力を変えることにより、第1段に対する入口流の流量を変えた。
- (ハ) 各段に対する供給流即ち入口流の濃度を変えた。

すべての場合に、自動制御装置は、短い時間内にプロセスを平衡状態に回復させるように作用し、第4段の浸透生成物の濃度は変わらなかった。

この発明のこれらの分離装置のかかる制御装置は連続的な浸透性分離プロセスの円滑な動作をもたらし、分離装置の乱れを最小限にした。適当な

器械装置を設ければ、営業用の工場の通常の動作中に起こり得るプロセス状態の多くの変化に制御装置が自動的に順応する。例えば、供給気体における一層浸透性の成分の濃度が増加すれば、第1段からの枯渇せる流出物気体および生成物気体中のその成分の濃度は増加する傾向を持つであろう。これに応じて、制御装置が掃引気体の量を増して、第1段分離装置の動作を一層能率的にする。増大した掃引気体は容積が増加し、第1段からの生成物気体における一層浸透性の成分の濃度を若干変える。そこでその濃度変化に応じて、第2段の再循環流の流量が変化する。これらの変化が究極的には、最終段からの生成物気体の純度を高める傾向を持つ。これに応じて、制御装置が1つの段からの再循環流の流量を減少する。装置が平衡に達した時、正味の結果は、枯渇した流出物気体において一層

浸透性の成分の所望の低い濃度が維持され、かつ所望の高純度の生成物気体が一層早い割合で生産されることになる。

同様に、この発明の装置を動作させる自動制御装置は任意の段における分離能率の低下に応じて調節を行う。このような低下は、例えば、1つの分離段で供給気体を生成物気体と混合させるような、分離用薄膜の洩れが発生したことが原因で起こることがある。このような洩れが中間の段で発生した場合、この結果生ずる次の段に対する供給気体の純度の低下は、究極的には、最終段からの生成物気体の純度を低下させる傾向を持つ。この場合、自動制御装置が再循環の割合を高めて生成物の純度を所望のレベルまで高め、必然的な結果として、再循環流における一層浸透性の成分の濃度を低下させる。再循環流のこの純度の低下が究極的には、第1段に対する再循環流における一層浸透性の成分の濃度を低下させ、そして枯渇した流出物気体における一層浸透性の成分の濃度を低下させる傾向を持つ。上に述べた自動制御装置は、掃引気体の量を変えて枯渇した流出物気体をその所望の組成に回復させるように作用する。

この発明の制御手法および構成がしばしば有利である別の点は、気体混合物の成分を分離する多段式プロセスに要する段数が、従来の同様なプロセスに要する段数より少ないことである。この段数の減少は、一部は、最初の裸にする段および後の濃縮する段が高効率で動作すること、また一部は、再循環流がこれと混合される供給流よりも、一層浸透性の成分が濃いようにして、プロセスが運転されることによるものである。どの段に対しても、再循環流は通常その段に対する供給量全体の内の小さな部分または中位の部分しか占めないが、再循環流における一層浸透性の成分の濃度は、始めの方の段では、これと混合される供給流における濃度の2乃至10倍以上であり、この為、混合物はかなり増大した純度を持ち、従って一層急速に浸透して、増大した純度の生成物を生ずる。同様に、後の方の段では、再循環流が一層浸透性でない成分の半分乃至 $\frac{1}{10}$ の濃度を持つことが出来、或る段に対する供給量全体の小部分乃至大部分を占める。この結果、やはり、著しく一層純粋な生成物がより早く浸透する。

この当然の結果として、この発明の制御手法および構成が有する利点は、所望純度の所望量の生成物気体を作る際、すべての段に要する薄膜面積が減少することである。それと混合される流れより

も純度の高い再循環流で運転すると言う事は、存在する薄膜面積を能率的に利用していることである。

別の利点は、段数が少なく、1段あたりの薄膜面積が減少するから、設備費および運転費が低下することである。この発明の制御装置を用いて運転すれば、供給気体の組成の変化にはほぼ比例して第1段の浸透流の量が変化し、後の段では薄膜面積を任意に必要なに応じて変えることが出来、その場合、単一の浸透装置を付加したり、取除くことが工場の能力に比較的大きな効果を持つ。

この発明の上述の気体操作プロセスおよび装置を第1段において管側供給で、即ち中空フィラメントの内部に供給する仕方で運転すると、分離能率に非常に大きな差が得られると言う予想外の利点がある。この一層大きな能率は、管側供給により供給気体と薄膜との改善された接触が得られる事、ならびに改善された接触、低い浸透圧、反対向きの流れおよび掃引気体を用いることにより、一層好ましい分圧の差が得られる事による。実用上の効果は、任意所定の生産水準に要する薄膜面積がはなはだ顕著に減少することである。

この発明のプロセスおよび装置を、最終段または濃縮段で、掃引流を用いずに、殻側供給で、即ち中空フィラメントの外側のケーシング集成体内に供給する仕方で運転すると、中空フィラメントの欠陥による浸透率の低下および浸透流の純度の低下が著しく減少され、もしくは除去されると言う予想外の利点および結果をもたらす。この意外な結果の技術的根拠を次に説明する。

管側供給式、即ちフィラメントの内部に供給する場合、栓をされた中空フィラメントが、供給混合物または流出混合物から導かれた定常気体で満たされる。一層浸透性の成分の浸透によつて、この気体が枯渇すると、一層浸透性でない成分の濃度が増し、かなりの量が浸透して、一層浸透性の成分の濃度が減少する。この結果、栓をされた中空フィラメントの為、浸透物の純度が低下し、浸透物の容積が減少する。殻側供給、即ちケーシング集成体の中に供給する時、反応向きの流れを用いて運転すると、装置の供給端近くで栓をされた中空フィラメントは、実際上両端で栓をされる。これは反対向きの流れで運転すると、装置の自由端でのみ中空フィラメントから浸透気体が出されるからである。逆に、枯渇した流出物を取り出す方の装置の端近くで栓をされる中空フィラメントは、装置内の他の中空フィラメントとあまり違わ

ない。従つて、殻側供給で径をされた中空フィラメントの正味の効果は、濃度があまり減少せず浸透物の量が少し減少することである。

管側供給では、部分的な詰まりによる制限された流れは、供給気体と薄膜との間の接触時間を増し、従つて浸透する割合を増し、浸透物の純度を低下させる。浸透物の量に対する流れの制限の効果はその位置に依存する。制限が、枯渇した流出物を引出す方の装置。端近くにあれば、部分的に詰まつた中空フィラメント内部の平均圧力が増大し、浸透物の容積はほとんど変化しないが、中空フィラメントを通る流れが遅い為に接触時間が長くなることによつて、浸透物の濃度はかなり低下する。

殻側供給では、部分的に詰まつた中空フィラメントが低圧、低密度の浸透物の圧力または流量にほとんど影響しないので、これらの中空フィラメントは浸透物の純度または容積にほとんど影響しない。

平均より小さい中空フィラメントは部分的に詰まつた中空フィラメントと大体同じ効果を持ち、管側供給では浸透物の純度および容積を減少するが、殻側供給ではそうではない。

管側供給では、平均より大きい中空フィラメントは供給気体を一層早く流れさせ、接触時間を減少して浸透する割合を下げ、浸透物の純度を高め枯渇した流出物における一層浸透性の成分の濃度を高める。殻側供給では、平均より大きい中空フィラメントは平均より大きい表面積を与え、浸透物の容積を増し、そして浸透圧が一層低くなることによる分圧の差が増大する為、浸透物の濃度を若干高める。

管側供給では破壊した中空フィラメントは特に有害であり、「浸透物」の容積を著しく増すと共に、その純度を下げる。供給気体および枯渇した流出物気体の両方が浸透物より高い圧力にあるので、いずれも破壊した中空フィラメントの開放端を通つて、比較的大量の供給気体または流出物気体が浸透物空間の中に流れ込む。従つて、1000本あたり数本の破壊した中空フィラメントが、浸透物の容積を著しく増し、その純度を著しく低下させる。殻側供給では、破壊したおのおの中空フィラメントの1端が使用されず、他端を通る供給気体の量は、破壊点と浸透物の出口との間にある中空フィラメントの長さにおける圧力降下によつて減少させられる。従つて、殻側供給のこの場合の利点は、浸透物空間に通過する供給気体の量

を半分以上減少することである。

濃縮段における殻側供給の予想外の別の利点は、過度の圧力により中空フィラメント薄膜が破壊する危険が減少する事、動作圧力を制御する条件があまりきびしくない事、ならびに多段式プロセスにおいて相次ぐ段の出力を平衡させるように動作圧力を変えることに一層大きな自由がある事である。管側供給では、濃縮段において、任意特定の圧力で最適の高生産性および能率的な分離を与えるフィラメント壁の厚さは小さいことが多く、その為動作圧力と、フィラメントの小部分が破壊する閾値破壊圧力との間に小さな安全率しか残せない。従つて、管側供給の段は、フィラメントを破壊する危険を伴わずにその薄膜区域を能率的に使用する為には、狭い圧力範囲内で動作させなければならない。これに対して殻側供給では、フィラメントを破壊する危険を伴わずに、可成り高い圧力を使うことが出来る。そこで1つの段から得られる浸透物の量を動作圧力を変えることによつて便宜に変え、プロセスの相次ぐ段で処理される気体の量を釣合させるように調節することが出来る。この結果生ずるプロセス運転の自由度は、装置全体の大きさならびに所要の制御装置の複雑性を大いに減少する。

この事を例を挙げて説明すれば、第9図に示した4段式装置を前述の運転に用いて、最初の2段では中空フィラメントの中に供給し、後の2段では中空フィラメントの外側でケーシング集成体の中に供給して、1%より少ないヘリウムを含む天然ガスから99.99+%のヘリウムを作る時、計算によると、この良好な構成を用いない時、装置は付加的な1段、一層大きな有効薄膜表面積および一層大きな圧縮用動力を必要とする。すべての段において中空フィラメントの内部に供給すると、初めの付加的な1つの濃縮段を必要とすると共に、有効薄膜面積は或る程度増す必要があり、さらに圧縮用動力はずつと著しく増す必要がある。すべての段において中空フィラメントの外側でケーシング集成体の中に供給すると、付加的な最終段を必要とすると共に、有効薄膜面積は大きく増大する必要があるが、圧縮用動力はそれ程増さなくてもよい。

初期の分離段で中空フィラメントの内部に供給する事は、供給気体が約25%より低い一層浸透性の成分を含む時に好ましく、この百分率が約5%より下になる時はさらに好ましくかつ有利である。ケーシング集成体の中に供給する事は、供給

気体が約80%より上の一層浸透性の成分を含む時、最終分離段にとつて好ましく、この百分率が約95%より高い時はさらに好ましくかつ有利である。

この発明の特徴を具体化した多段式装置に関するこれまでの説明で、所定の分離段、または分離段配列を、多数の分離装置を並列に接続して構成することが出来ることを述べた。この発明の特徴を具体化したこの型の多重装置配列が第9a図に示されている。この配列が第8図のヘリウム分離装置の或る初期の段を表わすものとして説明する。この図で、供給流は導管620、圧力調整弁605および導管621を通つてから、導管636、644、651に分かれてそれぞれ制御弁637、645、652を通り、次いで導管638、646、653をそれぞれ通過して分離装置A、B、Cの中空フィラメントの内部に送られる。分離装置A、B、Cのフィラメントの内部からの枯渇した流出物の流れはそれぞれ導管639、647、654、制御弁602a、602b、602c、弁641、649、656および導管642、650、657を通つてから、導管643に合流し、圧力調整弁606を通つて排気または再循環される。導管621内の供給流の一部が導管622に分歧されて、弁607を介して導管623に至り、そこから導管624、628、632に分れて、それぞれ弁625、629、633、導管626、630、634、弁601a、601b、601c、導管627、631、635を通つた後、掃引気体流として、それぞれ分離装置A、B、Cのケーシング集成体の中に通される。掃引気体流および浸透流は、浸透装置A、B、Cのケーシング集成体からそれぞれ導管658、661、663を介して運び出され、弁659、662、664を通つた後、1つの浸透生成物の流れとして導管660に合流する。圧力降下感知装置609が、導管670、669、668、672、674および弁673、674、667を用いて、各分離装置の供給流と流出物の流れとの間の圧力降下を選択的に感知する。圧力降下感知装置608は図示のごとく段全体の圧力降下を感知する。供給流および流出物の流れの圧力はそれぞれ圧力調整弁605および606によつて制御される。同じ型および同じ寸法の分離装置が有する特性の変化の種類を例示する為、浸透装置を次のように説明することが出来る。

装置A——最適条件。すべての中空フィラメン

トの寸法および形状が同一で、洩れがなく、制限がない。従つて、所定の動作圧力および供給気体の濃度に対し、その分離性能は最大値を有する。

装置B——品質が限界に來ている。中空フィラメントが寸法が足りないか、不揃いの寸法および(または)形状で、詰まっているか、制限されていて洩れを生ずるかも知れない。従つて、装置Aと同一条件の下で運転すると、気体処理能力が劣り、浸透物および流出物の濃度が共に低い。

装置C——短かい中空フィラメントおよび(または)寸法の大きすぎる中空フィラメントであつて、処理能力が大きく、浸透物および流出物の濃度が高い。

この分離段配列を運転する時、浸透物および流出物の濃度を或る一定の実用的な値に維持することが望ましい。また、所定の分離段配列に分離装置を追加するか、または配列から分離装置を除外して、有効薄膜面積の調節をし易くする為、おのおの個々の分離装置が同じ気体処理能力および分離性能を持つことが非常に望ましい。掃引流弁601a、601b、601cが完全に閉じられ、かつ流出物流弁602a、602b、602cが全開の状態から始動すると、これらの目的は、これらの弁を所要の濃度が生ずるように調節することによつて達成させる。流出物流制御弁、例えば602aを開くと、分離装置の能力が増大し、浸透物および流出物の流れの濃度が高くなる。掃引流制御弁、例えば601aを開いても能力には影響しないが、流出物の流れの濃度が大いに低下すると共に、浸透物の流れの濃度にごく小さな変化が生ずる。所定の分離装置を他のものと気体処理能力および分離性能が同じになるように調節すると、装置609で感知されたその両端の圧力降下は、個々の分離装置の性能の目安になる。所定の分離装置の組になつた弁の内、掃引流制御弁、例えば601aを完全に閉じて、流出物流制御弁、例えば602aを全開にすると、それ以上の調節は出来ないから、その装置を運転から除去すべきである。

この発明の改良された流体分離装置を製造する良好な構成が第10図乃至第20図に示されている。

単フィラメントまたは多重フィラメントの糸の形をした連続的な中空フィラメントが、供給枠構

造700(第10図)上に図示のごとく配置された巻装パッケージPに収められている。供給枠構造700は垂直部材701を水平部材702と相互接続して、好ましくは輪またはローラW上に支持したものである。各パッケージからのフィラメント111または糸は、供給枠構造に支持された適当な案内要素Bを介して適当な回転装置800に導かれる。回転装置800は中空フィラメントを巻上げて、第10図に示すような多数のかせ110を同時に作る。図示の回転装置は基部703、垂直支持部704およびそれに支承された水平軸705から成る。軸705は、一端に滑車706を備えており、この滑車が無端ベルトまたはチェーン707によつて駆動される。軸705は他端に円形部材708を有し、円形部材708は、それぞれが横方向に伸びるかせ支持要素710を支持する多数の半径方向に伸びる要素709を有する。各要素710は、パッケージPから中空フィラメントを巻上げて形成されるかせ110を収容する切欠き部分711を有する。

適当な寸法のかせ110が形成された後、回転装置800の回転をとめて、それからかせを外す。次におのおのかせを鉤要素720のような適当な手段により、直径上で向かい合う2つの位置に係合し、次いで第11図に示すように鉤要素を操作して、図示のごとくかせを扁平かつ縦長にして、単一のコンパクトな束を作る。鉤要素720に十分な引張りを与えて、おのおのの束110をこの形に維持している間に、成るべくは前に述べたような円形の編み構造を持つ可撓性の多孔性スリーブ112を束にはめ、束に沿つて縦方向に伸ばす。前述のごとく、多孔性スリーブ部材112は、その縦方向に張力を加えると、横方向または周縁の寸法が減少する構造になつてゐる。第12図に示すように、滑らかな環状軸筒または案内部材N上でアコーディオン式に折疊んだ形にして、スリーブ部材112をはめることが出来る。次に、軸筒およびスリーブ部材がフィラメント束110の一端を囲む時、軸筒を束の他端の方へ移動してスリーブ部材から軸筒を引きぬき、第12図に示すように、束の長さに沿つて一様に、スリーブ部材を拘束的なしまりはめの状態で束に係合させる。スリーブ部材の両端に縦方向の張力を加えれば、スリーブ部材の横方向の周縁が縮小して、中空フィラメントを密に詰め込まれた束またはかせの形に押しつめ、圧縮することが理解されよう。前に述べたように、可撓性の多孔性スリーブ部材は充分強

度があつて耐摩耗性の材料で作られ、かつ押しつめ、圧縮する作用を維持するばかりでなく、装置の組立ておよび運転の間、フィラメントを保護する構造に作られる。

今述べたようにして作られた多数のスリーブ入りのフィラメント束または群が、第13図に示すように、環状リングまたは板素子721により、平行に垂直に伸びる関係で、一端で集められかつ懸架される。板素子721には鉤要素720が釣どめまたは取付けられ、この鉤要素720がスリーブ入りのフィラメント群または束を支持している。板素子721は垂直チェーン723のような手段により支持される。第14図に示すように垂直チェーン723は管状ケーシング集成体101の内部の中を通される。こうして懸架された多数のスリーブ入りのフィラメント束または群が、次に、第14図および第15図に示すように、第12図の場合と同様にして1つ以上の一層大きな可撓性の多孔性スリーブ部材113の中に収められ、個々の群がこの中に収容される。次に、この1つ以上の一層大きなスリーブ部材に縦方向の張力をかけて、多数の群を、引張り即ちチェーン723によつてケーシング集成体101の内部に引きこむことが出来る寸法を持つたコンパクトの断面の1つの複合束に押しつめる。スリーブ部材の横方向の押しつめ作用は、用途の性質上寸法が小さく、非常にもろく、従つて取扱いの際に破損し易い中空フィラメントを1つも扁平にしたりは傷つけることなく、密に詰め込まれた束をケーシング集成体の中で位置づけて、きつちりと詰め込まれたフィラメントでケーシング集成体の内部を実質的に充填させるのに充分である。同じ数の中空フィラメントを、単一の束として、単に束をその外周から圧縮するだけで、少なくとも束の外周に沿つて配置されているフィラメントを扁平にしたりは傷つけることなく、ケーシング集成体内の密に詰め込まれた配列を作るように、十分に圧縮することは不可能と思われる。フィラメント群を多孔性スリーブ部材の中に組込むことの他の望ましい面ならびに別のスリーブ部材の構造については初めの方で説明した通りである。

単一の大きな複合スリーブ入りの中空フィラメント束を管状ケーシング集成体101の中で位置づめしたら、第16図に示すように、ケーシング集成体101の端に鋳型装置905bをボルトで取付ける。希望によつては、この前に、ゴムまたはネオプレンのような適当な材料から成る環状弾性ガスケットKを、第

16図に示すように、ケーシング集成体のテーパの付いた端部内に配置する。作動位置にある時、鑄型装置905bは、鑄型フランジ907およびボルト906のような適当な手段により、ケーシング集成体101のフランジ102に対して流密関係に取付けられる。鑄型装置は鑄型空洞MCを有し、これは、作動位置にある時、第16図に示すように、フィラメントの大きな束の端を構成しているフィラメント群の端を取巻いている。鑄型装置905bは、液体鑄造材料を供給する為に、鑄型空洞MCに連通する入口手段908aをも備えている。

第16図の矢印OFの方向に遠心力が作用するように、鑄型装置905bを取付けたケーシング集成体101を回転する間に、エポキシ樹脂混合物または前に述べたその他の材料のような固化性液体を、フィラメント束の端を取巻いてケーシング集成体のテーパの付いた部分の内側にかかる鑄型空洞の中へ導入する。回転によつて生じた遠心力は、固化性液体がケーシング集成体の内部の中へ、中空フィラメントに沿つて、ろうそくの芯のように伸びることを防止するのに充分であり、かつ中空フィラメントが伸びる方向において比較的滑らかで、連続的で、均一でかつ実質的に急激な偏差のない内側面SFを持つ形態に液体を維持する。回転および遠心力により、液体面SFは第1図および第16図に示したように、凹面円筒形にも維持される。この回転を続行する間、液体が固化させられて、フィラメントを取巻きケーシング集成体に係合する流密な鑄造壁部材950を形成する。鑄型装置を取外した時の鑄造壁部材が第17図に示されている。次に必要な段階は、第17図の線OLに沿つて鑄造壁部材を切断することにより、鑄造壁部材の端および束のフィラメントのループ状端を切断することである。これにより、鑄造壁部材の残りの部分の中に埋込まれその中を通つている中空フィラメントの端が開放される。切断作業を行う満足すべき1つの方法は、最初に鑄造壁部材950を鋸引きした後で、剃刃のように鋭い工具で削り取り作業をして、中空フィラメントの端を開放すること、またはきれいにすることである。装置のこの端の組立ては、第1図に示したように外側端閉成部材103をケーシング集成体に取付けることによつて完了する。装置の他端を仕上げるのに同じ手法を用いることが出来る。

鑄造壁部材を形成する別の鑄造法では、壁部材

を構成する固化性材料よりも密度の高い不混溶性液体をも回転中、鑄型空洞に供給することを除いて、同じ手順を用いる。遠心力の作用を受けて、一層密度の高いこの液体は、当然固化性液体と鑄型空洞の外側壁との間の位置に来るが、鑄造用液体が固化して一層密度の高い材料を除いた時、第18図に示すように、フィラメント束のループ状端部が露出する鑄造壁部材が形成されるように制御される。この鑄造壁部材を仕上げるには、第18図に示す線OLに沿つてフィラメント束の端部を切落し、鑄造壁部材の中に埋設されかつその中を伸びる中空フィラメントの端部を開放すればよい。最初に固化性材料を鑄型空洞に加え、次に一層密度の高い不混溶性液体を加えることが望ましい。こうすると、中空フィラメントの端部が固化性材料で被覆され、この被覆が不混溶性液体を加える時も持続して、フィラメント端部上の薄い被覆として固化し、それがフィラメント端部を切断し易くする。

硬化性または固化性材料より密度が高く、中空フィラメントと反応せず、かつ固化し得る材料であれば、多数の適当な材料を不混溶性液体として使うことが出来る。この材料は、もし加熱、解重合または溶解により、固化した鑄造壁部材に影響せずに便宜に取除くことが出来れば、ゼラチン、重合その他の方法で一時的に硬化し得るものであつてもよい。或る固化性材料の場合は水が便利な不混溶性液体であり、希望により、かんてん、ゼラチン、ポリビニール・アルコールまたは合成乃至天然ゴムで濃化またはゲル化することが出来る。低融点のパラフィン蠟、および炭化水素の油をグリセに濃化せしめたものも使用することが出来る。しかし、エポキシ樹脂を硬化性材料として使う時の良好な不混溶性液体は、ミネソタ・マイニング・アンド・マニユファクチュアリング・カンパニーから売出されている「ケルF」フロロカーボン油のようなハロゲン化した流体である。これらの油はエポキシ樹脂よりも十分に密度が高く、適当の遠心力でエポキシ樹脂に対して明確な界面を形成する。

場合によつて、この発明の改良された気体分離装置を作るのに、付加的な工程、即ち破損した中空フィラメントによる洩れまたは鑄造壁部材中の洩れを封ずる技術を探り入れる必要があることがある。洩れを封ずる良好な技術または手法は下記の段階を含む。

1 1つの完成した鑄造壁部材950の外側表面

上に液体が残り、該部材の中に埋設されかつその中を通る中空フィラメントの開放端を覆うような位置に装置を配置し、

- 2 中空フィラメントの上下の開放端に気体の高圧、ならびに中空フィラメントの外側のケーシング集成体101内に一層低い圧力を加え、中空フィラメントの上端および下端の間の圧力差は、洩れのない中空フィラメントを通つて気体が上向きに流れるが、洩れのある中空フィラメントがあれば、その中を下向きに流れ、かつ鑄造壁内またはフィラメントとこれを取巻く鑄造壁部材との間に洩れがあれば、下向きにその洩れを通るようにし、
- 3 段階2と同時に、装置の上端における気体圧力が、洩れのあるフィラメントおよび鑄造壁部材の中の洩れの中へと下向きに液体を強制的に通して、そこの中にとどまらせ、かつ装置の下端における気体圧力が、洩れのない中空フィラメントの中に作用して、液体がその上端から入つて来るのを防止するように、中空フィラメントの上側開放端を固化し得る液体で覆い、
- 4 中空フィラメントの開放端から、もし過剰の液体があれば、それを取除き、
- 5 洩れのあるフィラメントの上端内および鑄造壁部材の洩漏箇所内にある液体を固化させて洩れを封じ、
- 6 装置および中空フィラメント束の他端における洩れを封ずる為に上述の段階を繰返す。

固化し得る液体が洩れのあるフィラメントの上端に入ることに干渉する程多量の泡を形成させることなく、洩れのないフィラメントに固化し得る液体が入ることを適当に防する端間圧力差を決めるのが重要である。フィラメントの上端とフィラメントの外側のケーシング集成体内部との間に、関連したフィラメントの端間圧力差に打勝つて中空フィラメントの最小の洩れをも封ずるような圧力差の大きさを決めることも重要である。

要約すれば、これは、固化し得る密封材料を鑄造壁部材および洩れのあるフィラメントの洩れの中に注ぎ込み、しかも同時に気体の慎重に制御された流れによつて洩れのないフィラメントに浸入することを防ぐはなはだ望ましい簡単な方法である。この方法によつて、洩れのないフィラメントにはほとんど目詰まりを生ずることなく、洩れをほぼ完全に密封することが出来、従つて、装置の能力を目立つて減少させずにその分離能率が高まる。さらに、この方法は完全に相立てられた浸透性分離

装置に対して行われるから、たやすく破壊される中空フィラメントがケーシング集成体によつて保護されており、さらにフィラメントを使用位置に持つて来る為に取り扱う必要がない。また、この方法は、意図する動作圧力より高い圧力を慎重に装置にかけ、もし洩れが生じたら、それを封じ、そして装置をこれより低い意図した圧力で運転することにより、増大した有効寿命を持つ浸透性分離装置を作ることを実際に可能にする。

第19図および第20図は、この発明の分離装置の鑄造壁部材を作る良好な装置およびその変形を示している。

第19図は、良好な遠心力装置上に適当に取付けられ、鑄造壁部材950を鑄造する用意が出来ている第1図と同様の浸透性分離装置を示している。着脱自在の鑄型装置905aおよび905bが、ボルト906およびフランジ907により、フランジ102およびケーシング集成体101に流密に結合されている。固化性壁材料を鑄型905aおよび905bの中に流入させる入口取付物908aおよび908bが鑄型装置の端近くに図示されているが、希望に応じて他の位置に設けてもよい。

図示の遠心力装置は固定の管状ハウジングまたはその他の適当な支持体909、回転軸（図示せず）、駆動滑車911、ベルト912、台部914、クランプ集成体916およびその他支持および回転に必要な部分を含んでいる。

硬化性または固化性液体を鑄型905aおよび905bに送る適当な手段も遠心力装置の一部分に取付けられている。この手段は第19図の流体圧式滑り環集成体917であつてよい。この滑り環集成体は遠心力装置に装着された適当な材料のブロックを含み、このブロックがその上面に溝918a等を含んでいて、硬化性または固化性液体をこの中に導入することが出来ると共に、ここから管919a等を介して鑄型905aおよび905bに硬化性液体が流れることが出来る。

流体圧式滑り環集成体917は、1つ以上のレベルで鑄型905aおよび905bに鑄造用液体を供給することが出来るように、2つ、4つまたはそれより多くの溝918a等を含むことが出来る。これらの溝918a等はその出口に向かつて若干偏心して、鑄造用液体を遠心力の作用でその出口に向かつて、かつ管919a等を介して鑄型に向かつて流れさせるのが便利である。溝918a等は、回転中、鑄造用材料がその外縁を

こえて流れることを防止するように便宜的に形成されている。

鑄造用液体は任意の便宜な方法で流体圧式滑り環集成体 917 の中に導入することが出来る。例えば、それを容器 920a 等に入れておき、弁 921a 等により計算し、管 922a 等を介して溝 918a 等に入れることが出来る。この流体圧式滑り環およびその関連した部分は、遠心力装置の運転中、鑄造用材料を鑄型 905a および 905b に便宜にかつ有効に導入せしめる。

第 19 図の遠心力装置で壁部分を鑄造する前に、次の予備作業を完了する。中空フィラメントを組立て、ケーシング集成体 101 内に取りつける。次に鑄型装置 905a および 905b を図示のごとくケーシング集成体の両端に結合される。完成した集成体の重心の調整は、結合ボルト 906 の端に普通のネジ切りナットを取付けることによつて行う。装置の静的釣合いがとれたら、遠心力装置に取付け、適当な手段によりその位置にクランプする。次に流体圧式滑り環 917 をその位置に取付け、供給管 919a 等を鑄型装置 905a 等の種々の取付物に接続して、流体圧式滑り環 917 の適正な出口に接続する。

次いで遠心式鑄造作業は下記の段階を含む。電動機 913 を付勢し、鑄型装置 905a 等に所望の遠心力をおよぼす速度まで、遠心力装置がもつて来られる。次に硬化性または固化性液体（使うとすれば、この他に不混和性液体）が液体圧式滑り環およびその種々の部分を介して鑄型の腕部の中に導入される。材料が鑄型空洞内の中空フィラメントのすき間に浸入して完全に含浸するに十分な時間が生ずる便宜な割合で、硬化性材料が導入される。液体が所望のレベルに達したら、それ以上加えることをやめる。硬化性液体を加えている間、遠心力装置は、前述のごとく、鑄型装置内にある材料に所望の遠心力がかかる速度で運転される。硬化性液体が固化して、その形状を維持するようになるまでの充分な時間の間、回転が続けられる。

硬化性材料が充分に硬化したら、回転をとめ、分離装置を遠心力装置から取外す。希望によつては、装置を放置して、硬化性材料がさらに硬化するようにしてもよい。最終的製造段階は、もし使っているとすれば不混和性液体の排除、鑄型装置の取外し、中空フィラメントの端を流体が流れるように開く為の切断、またはその他の方法による中空フィラメント端部の破断、および分離装置

の頭部空間 130、130' を形成する為の外側端閉成部材の取付けを含む。その後、その他の必要な取付物を設け、分離しようとする混合物の源および分離された生成物を取り出す為の手段に適当に接続すれば、装置は運転出来る状態にある。

第 20 図は分離装置のケーシング集成体内の鑄造壁部材 950 を鑄造する為の別の型の遠心力装置を示している。この遠心力装置は固定の支持ハウジング 923、スピンドル 924、電動機 925 およびその他支持および回転に必要な機械的な部分を含んでいる。流体圧式滑り環集成体 917 をスピンドル 924 上に取付け、可撓性の管 919a 等で滑り環 917 を鑄型 905a 等に接続することが出来る。スピンドル 924 の上端に台 929 が装着され、これにトラニオン 926a 等が堅固に取付けられている。これらのトラニオンは台の周りに等間隔にかつ直径上で向かい合つて配置されている。2つ、4つまたはさらに多くの管状ケーシング 101 がリンク 927a 等によりトラニオン 926a に枢着されている。おのおののリンクの 1 端はケーシング集成体 101 のフランジ 102 に取付けられ、他端はピン 928 でトラニオン 927 に支承されている。第 20 図で破線で示すように、遠心力装置が動作していない時、管状ケーシング 101 は垂直に吊下げられる。この装置の運転方法は第 19 図の遠心力装置の動作について述べた所と一般的に同じである。

硬化性液体を鑄型装置に通す開口 908a（第 16 図）の位置は便宜に変えることが出来る。これらの開口を鑄型の底に配置して、硬化性液体または不混和性液体が中空フィラメント束の端から空気を漸次束の中心に向けて変位させるようにしてもよいし、または開口を鑄型の側面上に設けてもよい。不混和性液体を使用する時、および組立てられた中空フィラメント内で不均一にろうそくの芯のような傾向を持つ硬化性材料を使う時、普通は底の配置が好ましいが、不混和性液の上に硬化性液体を加えたい時、硬化性材料が硬化の際に収縮する傾向がある時、および割れ目ならびに収縮から生ずる空所を完全に充填することを保証する為、部分的に硬化した材料の上に付加的な硬化性液体を供給したい時、側面の配置が好ましい。また、若干の開口を任意特定の鑄型腕部上の相異なる位置に設けて、それぞれを供給装置と関連させ、こうして不混和性液体と硬化性材料の一部分とを 1 つの位置に供給し、硬化性材料の他の

部分を1つ以上の異なる位置に供給することが出来る。

不混和性液体を使う時、硬化性材料より前または後にこの液体を鑄型の中に導入することが出来る。この液体が鑄型の底の開口を介して便宜に加えることが出来、かつ硬化性液体を鑄型の上部の開口を介して加えることが出来る時、硬化性材料より前に液体を加える方が好ましい。両方を鑄型の底の開口を介して加えるべき時には、一層密度の高い不混和性液体より前に硬化性材料を加えることが好ましい。不混和性液体が中空フィラメントを湿めらせ、硬化性材料によりその表面から容易に移動させられない時には、最初に硬化性材料を加えることが望ましい。硬化性材料が中空フィラメントを湿めらせ、不混和性液体によつて完全には移動させられない時、最初に硬化性材料を加えることが特に望ましい。こう云う状態では、硬化性材料の薄膜が中空フィラメント上で硬化し、中空フィラメントを硬張らせて、中空フィラメントを切断してその孔の流れに対して開放させる後の段階を簡単にすると共に一層能率的にする。不混和性液体が中空フィラメントを湿めらせる時、最初に硬化性材料を加えることは、中空フィラメントが埋込み区域全体にわたつて一様に分布した強力な封じを作ることを実際的にする点でも望ましい。最初に不混和性液体を加えるには、中空フィラメントが比較的分離していて互いに離れ、従つて硬化性材料が中空フィラメントの間に流れて、入口近くにとまる代わりに一様な封じを形成し、かつ硬化性材料が占めようとする区域内に不混和性液体を押しこめることが必要である。

この発明の利点を得るに必要な遠心力の大きさは多くの因子に依存する。重要なのは中空フィラメントの寸法および詰め込み密度、硬化性材料の粘性およびその他の流れ特性、硬化性材料と中空フィラメントとの間ならびに硬化性材料と鑄型装置の壁との間の表面張力、中空フィラメントおよび硬化性材料の相対的密度、および(支持部および鑄型が遠心力に応じて揺動する変形の遠心力装置では)支持部および鑄型の重さおよび形状である。

実際には、重力の数倍乃至数百倍の遠心力が有効であり得る。好ましい遠心力範囲は重力の50倍乃至200倍である。有効な最小の力は重力の5乃至25倍であり得る。しかし、重力の約900倍以上の力は重合体材料から成る薄肉の中空フィラメントの壁を破壊する程大きいことがあ

るので、さけるべきである。使用する遠心力は、周知の数式で示されるように、遠心力装置の回転速度を変えることによつて、容易に制御することが出来る。

この発明により、新規で改良された気体分離装置ならびに新規で改良された運転方法および製造方法が提供されたことは明らかであると思われる。

多くの良好な実施例について詳しく説明して来たが、この発明の範囲内で、当業者に種々の変更が容易であることは言うまでもなく、この発明は特許請求の範囲によつてのみ限定されるものである。

終わりにこの発明の実施の態様を記せば次のごとくである。

- (1) 流体混合物から、おのおのの混合物成分が重合組成物で作られた中空フィラメントから成る多数の浸透性薄膜を通る際の浸透率が異なることにより、浸透性の流体を分離する為の改良された流体分離装置において、該装置が縦長の流密なケーシング集成体から成り、該ケーシング集成体が、重合体組成物で作られた流密な鑄造壁部材によつて閉じられた端と、中空の内部部分を有する多数のフィラメントとを有し、該フィラメントは前記鑄造壁部材から伸びていて、50乃至500ミクロンの範囲内の直径を持つと共に、1乃至100ミクロンの範囲の一様な肉厚を持ち、かつ開放端部が、前記鑄造壁部材に対して流密関係をもつてその中に埋設されかつその中を通りぬけており、上記ケーシング集成体は、該ケーシング集成体および上記端にある鑄造壁部材に協働して、上記中空フィラメントの内部部分に連通する閉じた室を形成する外側閉成部材を上記端に備えており、該室は、該室および該室の外部の個所の間で流体を移動せしめる導管手段をそなえており、上記ケーシング集成体は、該ケーシング集成体の中へおよびそれから外へ流体を移動せしめる入口および出口手段を備えており、上記多数のフィラメントは大きな束を構成し、該束は、該フィラメント束の縦方向に伸びる少なくとも1つの縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材によつて囲まれたほぼ平行なフィラメントを持つ有意義な部分によつて構成され、上記束およびこれを取囲む前記少なくとも1つのスリーブ部材が、上記ケーシング集成体の内部断面をほぼ完全に充填し、上記多孔性スリーブ部材は上記束のフィラメントと協働して、フィラメントのほぼ一様な詰め込

み密度を持ちかつ横断面内で降伏可能な周縁を持つコンパクトな束に上記フィラメントを拘束して、装置の組立ておよび運転の間、上記フィラメントを損傷または扁平にするに充分な力または圧力を個々のフィラメントにおよぼすことなく、上記束および上記ケーシング集成体内で多数のフィラメントのほぼ一様な、比較的密な詰め込みを可能にするようにした流体分離装置。

- (2) 第(1)項記載の装置において、上記ケーシング集成体内の上記スリーブ入りのフィラメントが、上記フィラメントおよび上記ケーシング集成体の長さに沿って伸びる多数の縦長の区域において互いに係合し、上記フィラメントの間および上記フィラメントと上記ケーシング集成体の内側表面との間に、上記鑄造壁部材から上記フィラメントおよび上記ケーシング集成体の長さに沿って伸びる、横方向にはほぼ一様に分布した縦長の制限された通路の模様を限定して、上記中空フィラメントの外側のケーシング集成体内で縦方向に、かつ1つの制限された通路から他の通路への流体の横方向の混合をほぼ伴わずに、流体の分布された流れを可能にした装置。
- (3) 第(2)項記載の装置において、前記ケーシング集成体が、増大した断面積の横方向に拡大せる内部部分を前記端に隣接してそなえて居り、該部分において上記フィラメントの詰め込みが減少して、それに対する横方向の応力を減少すると共に、ケーシング集成体の前記端に隣接した上記フィラメント間の空間を増すようにした装置。
- (4) 第(3)項記載の装置において、上記入口および出口手段が、上記ケーシング集成体の上記横方向に拡大した内部部分に連通する上記ケーシング集成体内の通路を構成して、上記フィラメントの間、および上記フィラメントと、フィラメントの詰め込みが減少してフィラメント間の空間が増大している上記ケーシング集成体の内部との間で、上記縦長の制限された通路に流体を供給および分布することが出来るようにした装置。
- (5) 第(1)項記載の装置において、上記鑄造壁部材が上記ケーシング、および上記フィラメントの外側に流密に係合し、空所および泡のないほぼ一様な密度であり、かつ上記ケーシング集成体に係合する少なくとも1つの周面と2つの向かい合った主面とを有し、一方の内側面がフィラメントの外側面およびケーシング集成体の内側

面と共に「殻側」区域を限定し、他方の外側面がフィラメントの内側面および外側閉閉部材と共に「管側」区域を限定し、上記内側面が、上記中空フィラメントが伸びる方向に沿って、比較的滑らかで、連続していて、均一で実質的に急激な偏差を持たないようになつている装置。

- (6) 第(5)項記載の装置において、上記内側面が正円筒の内部の一部分の凹曲曲面の形を持つ装置。
- (7) 流体混合物から、各混合物成分が中空フィラメントの形をした多数の浸透性薄膜素子を通る際の浸透率が異なることに応じて、浸透性流体を分離する為の改良された流体分離装置において、おのこの端が重合体組成物で作られた流密な鑄造壁部材によつて閉じられている第1の端および第2の端を有する縦長の流密な管状ケーシング集成体と、重合体組成物で作られ、中空の内部部分を有する多数のフィラメントとにより成り、該フィラメントは上記鑄造壁部材の間に伸び、上記中空フィラメントは10乃至500ミクロンの範囲の直径および1乃至100ミクロンの範囲のほぼ一様な肉厚を持ち、かつ上記鑄造壁部材に対して流密にその中に埋設されかつその中を通りぬける開放端部を有し、上記管状ケーシング集成体は、該管状ケーシング集成体およびその端にある鑄造壁部材と協働して、上記中空フィラメントの内部部分に連通する閉じた室を構成する外側閉成部材をおのこの端にそなえており、各室は導管手段をそなえていて、各室および各室の外部の個所の間に流体を移動することが出来るようになつており、上記ケーシング集成体はさらに入口および出口手段をそなえていて、該ケーシング集成体の中へ、およびそれから外へ流体を移動することが出来るようになつており、上記多数のフィラメントは、多数のほぼ平行なフィラメントを構成し、該フィラメント束がその縦方向に伸びる少なくとも1つの縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材によつて囲まれており、上記束およびこれを取巻く少なくとも1つのスリーブ部材が、上記ケーシング集成体の内部断面をほぼ完全に充填し、上記束はほぼ平行な中空フィラメントの多数の小さい群から成り、該群はほぼ同じ寸法であり、各群は、そのフィラメント群の縦方向に伸びる少なくとも1つの縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材によつて囲まれ、該多孔性スリーブ部材は各群のフィラメントと協働して、上記フィラメントをコンパクトな群に拘束して、

該群が、フィラメントのはば一様な、比較的高い詰め込み密度を持ち、かつ装置の組立ておよび動作の間フィラメントを損傷もしくは扁平にするに十分な力または圧力を個々のフィラメントに加えることなく、該群が、上記大きい方の束および上記管状ケーシング集成体の中で、多数の上記群のはば一様な、比較的密な詰め込みが出来るように、横方向断面内で降伏可能な周縁を持つようにした装置。

- (8) 第(7)項に記載した装置において、上記ケーシング集成体の中にある上記スリーブ入りフィラメント群が、上記群および上記ケーシング集成体の長さに沿って伸びる多数の縦長の区域において互いに係合して、上記群の間、および上記群と上記ケーシング集成体の内側面との間で、上記鑄造壁部材の間にある上記群および上記ケーシング集成体の長さに沿って伸びる縦長の制限された通路の横方向にはば均一に分布した模様を限定し、上記中空フィラメントの一端から他端に向かつて、上記ケーシング集成体内で縦方向に、かつ1つの制限された通路から別の通路へ横方向に混合することを実質的に伴わずに、流体の分布された流れを可能にする装置。
- (9) 第(8)項記載の改良された装置において、上記ケーシング集成体が断面積の増大した横方向に拡大せる内部部分をおのおの端近くにそなえていて、該部分における上記フィラメント群の詰め込みが減少し、それに対する横方向の応力を減小すると共に、ケーシング集成体の上記端近くで上記群の間の空間を増すようにした装置。
- (10) 第(9)項に記載した装置において、上記入口および出口手段が、上記ケーシング集成体の上記横方向に拡大せる内部部分の1つと連通する上記ケーシング集成体内の通路を構成し、上記フィラメント群の間、および上記フィラメント群と、群の詰め込みが減少して群の間の空間が増大している上記ケーシング集成体の内部との間で、上記縦長の制限された通路に流体を供給および分布することが出来るようにした装置。
- (11) 第(7)項に記載した装置において、おのおの上記鑄造壁部材が上記ケーシング集成体および上記フィラメントの外側に流密に係合し、空所および泡のないほぼ一様な密度であり、かつ上記ケーシング集成体に係合する少なくとも1つの周面と2つの向かい合う主面とを持ち、一方の内側面は、フィラメントの外側面およびケーシング集成体の内側面と協働して「殻側」区域

を限定し、他方の外側面は、フィラメントの内側面および外側閉成部材の内側面と協働して「管側」区域を限定し、上記内側面は、上記中空フィラメントが伸びる方向において、比較的滑らかで、連続して、均一で実質的に急激な偏差がないようにした装置。

- (12) 第(11)項記載の装置において、上記内側面が正円筒の内部の一部分の凹曲面の形を持つ装置。
- (13) 流体混合物から、各混合物成分が、重合体組成物で作られかつ中空フィラメントで構造された多数の浸透性薄膜構造を通る際の浸透率の相異によつて、浸透性流体を分離する為の改良された流体分離装置において、重合体組成物で作られた鑄造壁部材によつて閉じられた端を持つ縦長の流密な管状ケーシング集成体と、中空内部部分を有する多数のフィラメントとを有し、該フィラメントが上記鑄造壁部材から伸び、かつ約10乃至約500ミクロンの範囲の直径および約1乃至約100ミクロンの範囲のはば一様な肉厚を持つと共に、上記鑄造壁部材の中に埋設されかつその中を通りぬける開放端部を有し、上記管状ケーシング部材は、上記端に、該管状ケーシング集成体および該端の鑄造壁部材に協働して、上記中空フィラメントの内部部分に連通する閉じた室を限定する外側閉成部材をそなえており、該室は導管手段をそなえていて、該室と該室の個所との間に流体を移動することが出来るようになっており、さらに上記ケーシング集成体は入口および出口手段をそなえていて、該ケーシング集成体の中へ、およびそれから外へ流体を移動させることが出来るようになっており、上記多数のフィラメントはほぼ平行なフィラメントの束を構成し、該束がその縦方向に伸びる少なくとも1つの縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材に囲まれて上記フィラメントをコンパクトな最小周縁形態に拘束し、上記束およびスリーブ部材は上記ケーシング集成体の内部断面を実質的に充填し、上記鑄造壁部材は上記ケーシング集成体および上記フィラメントの外側と流密に係合し、上記鑄造壁部材は空所および泡のないほぼ一様な密度を持ち、かつ上記ケーシング集成体に係合する少なくとも1つの周面と2つの向かい合う主面とを持ち、一方の内側面はフィラメントの外側面およびケーシング集成体の内側面と共に「殻側」区域を限定し、他方の外側面は中空フィラメントの内側面および外側閉成部材の内側面と共に「管側」区

域を限定し、上記内側面は中空フィラメントが伸びる方向に比較的滑らかで、連続していて、均一で実質的に急激な偏差を持たないようにした装置。

(14) 第13項記載の装置において、上記ケーシング集成体および上記鑄造壁部材の間に、作動的流密関係で弾性材料のガスケット要素を配置した装置。

(15) 第13項記載の装置において、上記内側面が正円筒の内部の一部分の凹彎曲形態を持つ装置。

(16) 流体混合物から、各混合物成分が中空フィラメントの形をした多数の浸透性薄膜素子を通る際の浸透率の相違に従って、浸透性流体を分離する為の改良された流体分離装置において、おのおのの端が重合体組成物で遠心力作用によつて鑄造された流密な壁部材により閉じられている第1および第2の端を持つ縦長の流密な管状ケーシング部材と、重合体組成物で作られかつ中空な内部部分を有する多数のフィラメントとにより成り、該フィラメントが上記鑄造壁部材の間に伸び、上記中空フィラメントが10乃至500ミクロンの範囲の直径および1乃至100ミクロンの範囲のほぼ一様な肉厚を持つと共に、上記鑄造壁部材に対して流密関係を保つてその中に埋設されかつその中を通りぬける開放端部を持ち、上記管状ケーシング集成体は、おのおのの端に、該管状ケーシング集成体およびその端にある鑄造壁部材に協働して、上記中空フィラメントの内部部分に連通する閉じた室を限定する外側閉成部材をそなえており、各室は浸透した流体を該室から取出せるようにした出口手段をそなえており、さらに上記ケーシング集成体は、該ケーシング集成体の中へ入口流体を移動させられるようにした入口手段をそのおのおのの端近くにそなえて居り、さらに上記ケーシング集成体は、おのおのの入口手段の中間の所に配置された出口手段をそなえていて、枯渇した入口流体を上記ケーシング集成体の外へ移動することが出来るようになっており、上記多数のフィラメントはほぼ平行なフィラメントの大きな束を構成し、該束がその縦方向に伸びる少なくとも1つの縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材によつて囲まれており、該束およびこれを囲む少なくとも1つのスリーブ部材が上記管状ケーシング集成体の内部断面を実質的に充填し、上記多孔性スリーブ部材はフィラメントと協働して、装置の組立ておよび動作の間、

上記フィラメントを損傷または扁平にするに十分な力または圧力を個々のフィラメントにおよぼさず、密な自乗型の詰め込みに近いほぼ一様なフィラメントの詰め込み密度を持ちかつ上記管状ケーシング集成体の中で多数の上記フィラメントをほぼ一様に比較的密に詰め込むことが出来るように横断面内で降伏可能な周縁を持つコンパクトな群に、上記フィラメントを拘束するようにした装置。

(17) 流体混合物から、各混合物成分が重合体組成物で作られ、中空フィラメントで構成される多数の浸透性薄膜構造を通る際の浸透率が異なることによつて、浸透性流体を連続的かつ漸進的に分離する為の多数の作動的に関連せる流体分離段から成り、前記多数の段が第1段配列および最終段配列を含み、おのおのの段配列が少なくとも1つの流体分離ユニットで構成され、各分離ユニットが、それぞれ重合体組成物で作られた流密な鑄造壁部材によつて閉じられている第1の端および第2の端を有する縦長の流密な管状ケーシング集成体と、上記鑄造壁の間に伸びる中空の内部部分を持つ多数のフィラメントとから成り、該中空フィラメントが10乃至500ミクロンの範囲の直径および1乃至100ミクロンの範囲のほぼ一様な肉厚を持つと共に、上記鑄造壁部材に対して流密関係をもつてその中に埋設されかつその中を通りぬける開放端部を持ち、上記管状ケーシング集成体は、おのおのの端に、該管状ケーシング集成体およびその端にある鑄造壁部材と協働して、上記中空フィラメントの内部部分に連通する閉じた室を限定する閉成部材をそなえそおり、上記多数のフィラメントはほぼ平行なフィラメントの束を構成し、該束はその縦方向に伸びる少なくとも1つの縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材によつて囲まれており、上記スリーブ部材および上記束は上記管状ケーシング集成体の内部断面を実質的に充填し、上記分離ユニットは上記鑄造壁部材の一方の側、上記中空フィラメントの外側面および上記管状ケーシング集成体の内側面によつて制限された「殻側」区域を持ち、上記ユニットは上記鑄造壁部材の他方の側、上記中空フィラメントの内側面および上記閉成部材の内側面によつて制限された「管側」区域をも持つており、さらに装置が、上記第1段の各ユニットの「管側」区域に初期流体混合物の入口流を供給する第1の導管手段と、上記第1段の

各ユニットの上記「管側」区域から、充分に枯渇した時に上記初期流体混合物を取出す第2の導管手段と、上記第1段の各ユニットの「殼側」区域に掃引流体流を供給する第3の導管手段と、上記第1段の各ユニットの上記「殼側」区域から、上記掃引流体および浸透した流体部分を取り出す第4の導管手段と、前段からの浸透した流体部分の少なくとも一部分が上記最終段配列に入口流として供給されて所望の分離を完了するように、上記第1段配列を上記最終段配列に作動的に相互に接続する第5の手段と、該第5の手段を構成するものであつて、上記最終段配列に供給された入口流を上記最終段の各ユニットの「殼側」区域に差向ける第6の導管手段と、上記最終段の各ユニットの「管側」区域から最終的な浸透流体流を取り出す第7の導管手段と、上記最終段の各ユニットの上記「殼側」区域から、充分に枯渇した時に上記入口流を取り出す第8の導管手段とを有する改良された流体分離装置。

118 第117項記載の装置において、上記第8の導管手段が、その他に、第1段以外の段の少なくとも1つのユニットからの枯渇流を、それより前の少なくとも1つの段配列に供給される入口流に再循環させるようにした装置。

119 第118項記載の装置において、さらに、上記第1段配列において予定の分離度を維持する為、上記第1段配列に作動的に関連して、上記第1段の少なくとも1つのユニットの「管側」区域から取出された枯渇流体混合物の組成に応じ、上記第1段の少なくとも1つのユニットの「殼側」区域に対する掃引流体流の流量を変える自動制御手段を含む装置。

120 第118項記載の装置において、さらに、上記最終的な浸透流体流の予じめ定められた組成を維持する為、上記最終段配列に作動的に関連して、上記最終段の少なくとも1つのユニットの「管側」区域からの最終的な浸透流体流の組成に応じ、再循環させられる枯渇流の流量を変える自動制御手段を含む装置。

121 第119項記載の装置において、さらに、上記最終的な浸透流体流の予じめ定められた組成を維持する為、上記最終段配列に作動的に関連して、最終的な少なくとも1つのユニットの「管側」区域からの最終的な浸透流体流の組成に応じ、再循環させられる枯渇流の流量を変える自動制御手段を含む装置。

122 流体混合物から、各混合物成分が中空フィラメントの形をした多数の浸透性薄膜素子を通る際の浸透率が異なることによつて、浸透性流体を連続的、漸進的に分離する多数の作動的に関連した流体分離段から成り、該多数の段が第1段配列および最終段配列を含み、おのおのの段配列が少なくとも1つの流体分離ユニットで構成され、各分離ユニットが、それぞれ重合体組成物で遠心力作用の下に製造された流密な壁部材によつて閉じられている第1の端および第2の端を有する縦長の流密な管状ケーシング集成体と、該製造壁部材の間に伸びる、重合体組成物で作られた中空内部部分を有する多数のフィラメントとから成り、該中空フィラメントは10乃至500ミクロンの範囲の直径および1乃至100ミクロンの範囲のはば一様な肉厚を持つと共に、上記製造壁部材に対して流密関係をもつてその中に埋設されかつその中を通りぬける開放端部を持ち、上記管状ケーシング集成体は、おのおのの端に、該管状ケーシング集成体およびその端にある製造壁部材と協働して、上記中空フィラメントの内部部分に連通する閉じた室を限定する閉成部材をそなえており、上記多数のフィラメントはほぼ平行なフィラメントの束を構成し、フィラメントは該束の縦方向に伸び、上記束は上記管状ケーシング集成体の内部断面をほぼ完全に充填し、上記分離ユニットは上記製造壁部材の一方の側、上記中空フィラメントの外側面および上記管状ケーシング集成体の内側面によつて限定された「殼側」区域を持ち、上記ユニットは上記製造壁部材の他方の側、上記中空フィラメントの内側面および上記閉成部材の内側面によつて限定された「管側」区域をも有し、装置がさらに、上記第1段の各ユニットの「管側」区域に初期流体混合物の入口流を供給する第1の導管手段と、上記第1段の各ユニットの上記「管側」区域から、充分に枯渇した時に上記初期流体混合物を取り出す第2の導管手段と、上記第1段の各ユニットの「殼側」区域から、浸透した流体部分を取り出す第4の導管手段と、前の段配列からの浸透流体部分の少なくとも一部分が上記最終段配列に入口流として供給されて所望の分離を完了するように、上記第1段配列を上記最終段配列に作動的に相互接続する第4の手段と、該第4の手段を構成するものであつて、上記最終段配列に供給された入口流を上記最終段の各ユニットの「殼側」

区域に差向ける第5の導管手段と、上記最終段の各ユニットの「管側」区域から最終的な浸透流体流を取出す為の第6の導管手段と、上記最終段の各ユニットの「殻側」区域から、十分に枯渇した時に上記入口流を取出す第7の導管手段とを有し、該第7の導管手段は、この他に、上記最終段の各ユニットからの上記枯渇流を、少なくとも1つの、前の段配列に供給される入口流に再循環させるようにした改良された流体分離装置。

24 第22項記載の装置において、上記第1段の各ユニットの「殻側」区域に掃引流体流を供給する第8の導管手段を含む装置。

24 第22項記載の装置において、上記第5の導管手段が、上記最終段の各ユニットの「殻側」区域に対し、該ユニットの管状ケーシング集成体の相異なる端にそれぞれ隣接した2つの相隔たる個所から入口流を差向け、かつ上記第7の導管手段が、上記最終段の各ユニットの「殻側」からの枯渇流を、上記2つの相隔たる個所の中間の所から取出すようにした装置。

25 第22項記載の装置において、上記段の内の少なくとも1つが、相異なる流体分離特性を持って並列的に動作するように作動的に接続された多数の上記流体分離ユニットを有する配列から成り、おのおのの該ユニットは、その「管側」区域に入口流を受取つてその「管側」区域から流出物流を放出するように接続、構成および配置され、おのおのの該ユニットは、その「殻側」区域に掃引流体流を受取つてその「殻側」区域から掃引流体およびすべての浸透流体を放出するように接続、構成および配置され、上記1つの段の各流体分離ユニットは、各ユニットの異なる特性に従つておのおのの掃引流体流の流量を個々に制御する手段と、各ユニットの異なる特性に従つておのおのの流出物流の流量を個々に制御する手段とをそなえていて、この為各ユニットの「殻側」区域から放出される掃引流体および浸透流体の組成が実質的に同じ組成であるようにした装置。

26 第25項に記載した装置において、上記流量を個々に制御する上記手段が、流出物流をほぼ同じ組成に維持するように作用する装置。

27 流体混合物から、混合物成分が多数の浸透性薄膜構造を通る際の浸透率が異なることによつて、浸透性流体を連続的、漸進的に分離する改良された多段式方法において、第1段および最

終段を含む多段の作動的に関連した段のおおのの中に、重合体組成物で作られていて、流密に封じられた区域を通りぬけかつその中に詰めこまれた中空フィラメントで構成される多数の浸透性薄膜構造を維持し、第1段の封じられた区域を通りぬける中空フィラメントの内部に、所定圧力で初期流体混合物の入口流を通過させ、上記第1段の封じられた区域から上記中空フィラメントの外側に浸透した流体を、上記第1段の区域内の上記中空フィラメントの内側における上記初期流体混合物の流れの方向と反応の方向に取出し、同時に、前の段からの浸透流体の少なくとも一部分を、上記最終段区域内の上記中空フィラメントの外側で上記最終段の封じられた区域へかつそれを通してに所定の圧力で通過させ、上記最終段区域を通る中空フィラメントの内部から、より低い圧力で浸透流体を引出しかつ収集し、上記最終段の上記フィラメントの外側の上記封じられた区域を通過する上記流体の残りの部分を、入口流体流の一部分として、少なくとも1つの前の段に供給することから成る方法。

28 流体混合物から、混合物成分が多数の浸透性薄膜素子を通る際の浸透率が異なることによつて、浸透性流体を連続的、漸進的に分離する為の改良された多段式方法において、第1段および最終段を含む多数の作動的に関連した段のおおのの中に、重合体組成物で作られていて、流密に封じられた区域を通りぬけかつその中に詰めこまれた中空フィラメントの形をした多数の浸透性薄膜素子を維持し、上記フィラメントは、少なくとも1つの密に詰めこまれた束の中で、該束に沿つて伸びる周囲の可撓性の多孔性鞘部材により、互いに平行に保たれ、第1段の封じられた区域を通りぬける中空フィラメントの内部に初期流体混合物の入口流を所定圧力で通過させ、上記第1段の封じられた区域により低い圧力で掃引流体を通過させ、該掃引流体は上記第1段区域を通る上記中空フィラメントの外側を、かつ上記第1段区域内の上記中空フィラメントの内側における上記初期流体流の流れと反対向きに通過し、上記掃引流体はあらゆる浸透流体を運び去ると共に、上記フィラメントに沿つて、上側フィラメントの内側および外側における流体成分濃度の所望の比率を維持し、さらに、同時に、前の段からの浸透流体の少なくとも一部分を、所定圧力で、上記最終段区域

内にある上記中空フィラメントの外側で上記最終段の封じられた区域にかつそれを通して、入口流として通過させ、上記最終段区域を通る中空フィラメントの内部から、より低い圧力で浸透流体を引出しかつ収集し、上記最終段の上記中空フィラメントの外側で上記封じられた区域を通過する上記流体の残りの部分を、入口流体流の一部分として、少なくとも1つの前の段に供給することから成る方法。

(28) 第28項に記載された方法において、上記初期混合物の一部分を掃引流体として使用し、上記第1段の中空フィラメントから出て来る流体の組成に応じて該掃引流体の流量を変えて、上記混合物の内の最も浸透性の成分の予定の分離度を維持するようにした方法。

(29) 第29項記載の方法において、第1段以外の所定の段の中空フィラメントの外側で、封じられた区域から出て来る流体の流量を、上記所定の段の中空フィラメントの内部から収集された浸透流体の組成に応じて変え、上記所定の段の中空フィラメントの内部から収集された上記浸透流体の予定の組成を維持するようにした方法。

(30) 第30項記載の方法において、第1段以外の所定の段の中空フィラメントの外側で、封じられた区域から出て来る流体の流量を、上記所定の段の中空フィラメントの内部から収集される浸透流体の組成に応じて変え、上記所定の段の中空フィラメントの内部から収集される上記浸透流体の予定の組成を維持するようにした方法。

(32) 第32項記載の方法において、少なくとも1つの段で、相異なる流体分離特性を有する多数の分離に対応する多数の封じられた区域のおのおのにおける中空フィラメントに、入口流を並列に通し、同時に入口流の一部分を、各ユニットの多数の封じられた区域のおのおのに、より近い圧力で並列に通して、浸透した流体を選び去るようにし、おのおのの封じられた区域から出て来る掃引流体流および浸透流体の組成がほぼ同じになるように、各入口流および各掃引流体流の流量を各ユニットの相異なる特性に応じて制御するようにした方法。

(33) 第33項記載の方法において、流出物流がほぼ同じ組成を維持するように、各入口流および各掃引流体流の流量を制御するようにした方法。

(34) 浸透性流体混合物から、混合物成分が多数の浸透性薄膜素子を通る際の浸透率が異なることによつて、浸透性流体を連続的、漸進的に分離

する改良された多段式方法において、第1段および最終段を含む多数の作動的に関連した段のおのおのの中に、重合体組成物で作られていて、多孔性スリーブによつて囲まれた中空フィラメントの形をした多数の浸透性薄膜素子を維持し、該フィラメントは流密に封じられた区域を通りぬけかつその中に詰めこまれており、該区域は、遠心力作用の下に鋳造された壁部材によつてそれぞれ閉じられた第1の端および第2の端を持つ管状ケーシング集成体によつて限定されており、第1段の封じられた区域を通る中空フィラメントの内部に、初期流体混合物の入口流を所定圧力で通し、上記第1段の封じられた区域により低い圧力で掃引流体を通し、該掃引流体は、上記第1段区域を通る中空フィラメントの外側を、上記第1段区域内の上記中空フィラメントの内側における上記初期流体混合物の流れと反対向きに通し、上記掃引流体は浸透した流体を選び去ると共に、上記フィラメントに沿つて、上記フィラメントのそれぞれ内側および外側における流体成分濃度の所望の比率を維持し、さらに、同時に、前の段からの浸透流体の少なくとも一部分を、所定の圧力で、上記最終段内の中空フィラメントの外側で上記最終段の封じられた区域へかつそれを通して、入口流として通過させ、上記最終段区域を通る中空フィラメントの内部から、より低い圧力で浸透流体を引出しかつ収集し、上記最終段の上記中空フィラメントの外側で上記封じられた区域を通過する上記流体の残りの部分を、少なくとも1つの前の段に、入口流体流の一部分として供給することから成る方法。

(35) それぞれの端が重合体組成物で作られた流密な鋳造壁部材によつて閉じられている第1の端および第2の端を有する縦長の流密な管状ケーシング集成体と、上記鋳造壁部材の間に伸び、重合体組成物で作られていて中空の内部部分を持つ多数のフィラメントとを有し、該フィラメントが10乃至500ミクロンの範囲の直径および1乃至100ミクロンの範囲のほぼ一様な肉厚を持つと共に、上記鋳造壁部材に対して流密関係をもつてその中を通りぬける開放端部を持ち、上記管状ケーシング集成体が、おのおのの端に、該管状ケーシング集成体およびその端の鋳造壁部材と協働して、上記中空フィラメントの内部部分と連通した閉じた室を限定する外側閉成部分をそなえており、上記多数のフィラ

メントがほぼ平行で実質的に上記ケーシング集成体の内部断面を充填するようになっている型の流体分離装置を作る方法において、少なくとも1つの連続的な中空フィラメントを巻装してかせ構造を作り、その両端の間、比較的コンパクトな横断面を持つ単一の縦長の束を形成するようにおのおのかせ構造を操作し、上記束の縦方向に伸びて上記束のフィラメントをその長さに沿って降伏可能な周縁を持つコンパクトな横断面形態に拘束する縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材をおのおのか束に適用し、多数の上記束をほぼ平行に、横方向に整合するように集めて、所定の横方向寸法を持つ一層大きな複合束を形成し、該複合束の縦方向に伸びかつ該複合束を形成している上記束を拘束して上記所定の横方向寸法よりも目立つて小さい横方向寸法を持つ最終的な複合束を形成せしめる少なくとも1つの縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材を上記一層大きな複合束に適用し、前記最終的な複合束とはほぼ同じ横方向寸法をもつ縦長の管状ケーシング集成体の中に上記最終的な複合束を配置し、上記ケーシング集成体のおのおのの端に鋳型取付物を取りつけて、おのおのの該取付物の構造が、該取付物を取りつけた管状ケーシング集成体の端部と共に、その中に中空フィラメントの束の端を配置する鋳型空洞を限定するようにし、管状ケーシング集成体およびそれにとりつけられた鋳型集成体を、上記管状ケーシング集成体の縦長寸法に対してほぼ垂直に該ケーシング集成体を通る軸線の周りに回転し、上記管状ケーシング集成体および鋳型集成体が回転させられている間に、上記ケーシング集成体および中空フィラメントの上記束の端に係合する上記空洞に固化性液体を導入し、該固化性液体を少なくとも部分的に固化させて管状ケーシング集成体のおのおのの端に対する鋳造端閉成部材を形成し、上記空洞内に上記液体を導入および固化する間、該液体に作用する遠心力が、毛細管作用により該液体が上記フィラメントに沿つてろうそくの芯のようになること実質的に防止するに充分であつて、かつ該液体を泡のない、空所のない本体に維持し、上記フィラメントに対して横方向の、半径方向に内側を向く面が、フィラメントの伸びる方向に実質的に急激な偏差のない比較的滑らかで連続した面に維持されるようなレベルに、回転速度を維持し、上記ケーシング集成体および鋳型取付物の回転を

停止し、上記管状ケーシング集成体と上記ケーシング集成体および上記中空フィラメント束の端に係合する固化した液体とから上記鋳型取付物を取外し、鋳造端閉成部材の端部および中空フィラメント束の端を切断して、上記端閉成部材を通る中空フィラメントの中空の内部部分に自由に出入し得るようにし、上記管状ケーシング集成体に外側端閉成部材を取りつけることの各段階から成る方法。

(35) 第(35)項記載の方法において、液体が1つの鋳造壁部材の切断面の上にとどまつて、該鋳造壁部材を通る中空フィラメントの開放端を覆うような位置に装置を配置し、中空フィラメントの内部部分に所定の気体圧力をかけかつ上記鋳造壁部材の間の管状ケーシング集成体の内部であるが上記中空フィラメントの外側である空間に一層低い気体圧力をかける間に、上記面とそれを通る中空フィラメントの開放端とを固化性液体の層で覆つて、もしあれば洩れのある中空フィラメントおよびもしあれば上記鋳造壁部材の洩れ個所に関して、上記固化性液体がかかる中空フィラメントおよびかかる洩れ個所を通るようにし、上記鋳造壁部材の上記面および上記中空フィラメントの端から過剰の液体を取除き、洩れのある中空フィラメントおよび鋳造壁部材内の洩れ個所の中にある液体を固化させて、洩れ個所を閉塞させ、さらに、これらの段階を上記装置の管状ケーシング集成体の他方の鋳造壁部材について実行することを含む方法。

(36) それぞれ外側面を持つ鋳造壁部材によつて閉じられた第1の端および第2の端を有する縦長の流密な管状ケーシング集成体と、中空の内部部分を持ち、上記鋳造壁部材の間に伸び、かつ該鋳造壁部材を通りぬける開放端を持つ多数のフィラメントとから成る型の流体分離装置における洩れを修理する方法において、液体が1つの鋳造壁部材の外側面上にとどまつて該鋳造壁部材の該面を通る中空フィラメントの開放端を覆うような位置に装置を配置し、中空フィラメントの内部部分に第1の所定の気体圧力を加えかつ管状ケーシング集成体および前記鋳造壁部材の内側であるが、上記中空フィラメントの外側である空間に一層低い気体圧力をかける間に、上記1つの鋳造壁部材の上記外側面およびそれを通る中空フィラメントの開放端を、上記第1の所定の気体圧力よりは低いが、上記一層低い気体圧力よりは高い圧力の下に、固化性液

体の層で覆つて、もしあれば洩れのある中空フィラメントおよびもしあれば上記1つの鑄造壁部材の洩れ個所に上記液体が引張りこまれるようにし、上記1つの鑄造壁部材の面および上記中空フィラメントの端から残りの液体を取除き、洩れのある中空フィラメント内の液体および上記1つの鑄造壁部材内の洩れ個所内の液体を固化させて、洩れ個所を閉塞せしめるようにした方法。

(38) 外側面を持つ、遠心力作用で鑄造された壁部材によつてそれぞれ閉じられている第1の端および第2の端を持つ縦長の流密な管状ケーシング集成体と、中空の内部部分および前記鑄造壁部材を通る開放端部を持ち、該鑄造壁部材の間に伸び、少なくとも1つの密に詰めこまれた束の中で、該束に沿つて伸びる周囲の可撓性の多孔性鞘部材により互いにはば平行に維持された多数のフィラメントとより成る型の流体分離装置における洩れを修理する方法において、液体が1つの鑄造壁部材の外側面上にとどまつて該鑄造壁部材の前記面を通る中空フィラメントの開放端を覆うような位置に装置を配置し、中空フィラメントの内部部分に第1の所定の気体圧力をかけかつ管状ケーシング集成体および鑄造壁部材の内側であるが、上記中空フィラメントの外側である空間に一層低い気体圧力をかける間に、上記1つの鑄造壁部材の上記外側面およびそれを通る中空フィラメントの開放端を、上記第1の所定の気体圧力より低い、上記一層低い気体圧力より高い圧力の下に、固化性液体の層で覆つて、上記液体がもしあれば洩れのある中空フィラメントおよびもしあれば上記1つの鑄造壁部材の洩れ個所に引張りこまれるようにし、上記1つの鑄造壁部材の面および上記中空フィラメントの端から残つてゐる液体を取除き、洩れのある中空フィラメント内の液体および上記1つの鑄造壁部材の洩れ個所内の液体を固化させて洩れ個所を閉塞させるようにした方法。

(39) 重合体組成物で作られた鑄造壁部材によつて閉じられている第1の端を持つ縦長の管状ケーシング集成体と、重合体組成物で作られていて、上記鑄造壁部材から伸び、該鑄造壁部材を通る開放端部を持つ多数の非常に直径の小さいフィラメントとより成る型の流体分離装置の製造に際して、縦長の管状ケーシング集成体の内側に配置されるほぼ平行な中空フィラメントの束を

作る為の改良された方法において、多数のほぼ平行な、横方向に整合した縦長の中空フィラメントを集めて所定の寸法の横断面を持つ、横方向に比較的強く関連している縦長の束を作り、該比較的強く関連している束を可撓性の多孔性スリーブ部材で囲み、該スリーブ部材を前記束の長さに沿つて伸ばして、該束の長さに沿つて上記スリーブ部材の周縁を一樣に減少せしめて、一層緊密に詰めこまれて顯著に横断面が減少したフィラメント束を形成するように一樣に前記束を拘束しかつ横方向に圧縮し、もつて上記フィラメントを扁平にし、剪断または損傷することなく、前記スリーブ部材内の上記束の減少した横断面に対応する横断面を持つ縦長の管状ケーシング集成体の中に配置することから成る方法。

(40) 第39項記載の方法において、所定の寸法の横断面を持つ前記束が、横方向に整合してほぼ平行な縦長の中空フィラメントのほぼ等しい多数の群を集成することによつて形成され、各群は、各群は沿つて縦方向に伸びて取巻く、減少した周縁を持つ少なくとも1つの縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材により、その長さに沿ひ、その無拘束の横断面に対して減少した断面に維持されるようにすることを含む方法。

(41) 重合体組成物で作られた鑄造壁部材によつて閉じられている第1の端を持つ縦長の管状ケーシング集成体と、重合体組成物で作られていて、中空の内部部分を持ち、上記鑄造壁部材から伸びかつ該鑄造壁部材を通る開放端部を持つ多数の非常に直径の小さいフィラメントとより成る型の流体分離装置の製造に際し、中空フィラメントの開放端部が鑄造壁部材を通りぬけるようにほぼ平行な中空フィラメントの縦長の束を横方向に横切る鑄造壁部材を作る改良された方法において、連続的な中空フィラメントのかせから中空フィラメント束を形成し、該束が端部を持ち、該端部が、上記フィラメントが旋回させられて束を繰返し横切ることにより、上記連続的なフィラメントの多数のループを持つようにし、上記端部および固化性液体を鑄型空洞の中に配置して、上記端部が該液体の中に浸漬されるようにし、該液体を固化させて、上記束端を固化した液体の中に封入し、該封入された束端を鑄型空洞から取出し、切断し、上記封入された束端からフィラメント・ループを含む部分を取り出して、上記中空フィラメントの開放端部がその

中を通りぬけている壁部材を形成することから成る方法。

- (42) 重合体組成物で遠心力作用の下に鑄造された流密な壁部材によつて閉じられている第1の端を持つ縦長の管状ケーシング集成体と、重合体組成物で作られていて、中空の内部部分を持ち、上記鑄造壁部材から伸びかつ該鑄造壁部材を通る開放端部を持つ多数の非常に直径が小さいフィラメントとより成る型の流体分離装置の製造に際し、縦長の管状ケーシング集成体の内側に配置されるほぼ平行な中空フィラメントの束を作る改良された方法において、連続的な中空フィラメントのかせからフィラメント束を形成し、該束は、フィラメントが繰返し束を横切ることにより、それぞれ上記連続的なフィラメントの多数のループで構成された2つの端部を有し、上記束は所定の寸法の横断面を有し、上記束を可撓性の多孔性スリーブ部材で囲み、該スリーブ部材を上記束の長さに沿に延ばして、上記束の長さに沿つて、上記スリーブ部材の周縁を一様に減少させて、上記束を一様に拘束しかつ横方向に圧縮して、一層緊密に詰めこまれかつ顯著に横断面が減少したフィラメント束を形成し、もつて上記フィラメントを実質的に扁平にし、剪断変形または損傷することなく、上記スリーブ部材内の上記束の減少した横断面に対応する横断面を持つ縦長の管状ケーシング部材に配置するようにし、次いで上記端部を囲む壁部材を遠心力作用の下に鑄造し、上記集成体の端を閉じることから成る方法。

- (43) 重合体組成物で作られた鑄造壁部材によつて閉じられている第1の端を持つ縦長の管状ケーシング集成体と、重合体組成物で作られていて、中空の内部部分を持ち、上記鑄造壁部材から伸びかつ該鑄造壁部材を通りぬける開放端部を持つ多数の非常に直径が小さいフィラメントとより成る型の流体分離装置の製造に際し、中空フィラメントの開放端部が鑄造壁部材を通りぬけるようにほぼ平行な中空フィラメントの縦長の束を横切つて横方向に伸びる鑄造壁部材を作る改良された方法において、連続的な中空フィラメントのかせからフィラメント束を形成し、該束が、上記フィラメントを旋回させて束を繰返し横切らせることにより、上記連続的なフィラメントの多数のループで構成された端部を持つようにし、該端部と、固化性の液体および一層重い非混和性液体で構成された液体本体とを鑄型空洞

内に配置して、上記端部が上記液体本体の中に浸漬されて上記一層重い非混和性液体が上記多数のループを囲むようにし、上記固化性液体を固化させて上記束端の一部分を上記ループから隔てて封入し、上記束端の上記封入された部分を鑄型空洞から取出し、切断し、多数のループを上記束端の封入された部分から除いて、上記中空フィラメントの開放端部がその中を通りぬけている壁部材を形成することから成る方法。

- (44) 重合体組成物で遠心力作用の下に鑄造された流密な壁部材によつて閉じられている第1の端を持つ縦長の管状ケーシング集成体と、重合体組成物で作られていて、中空の内部部分を持ち、上記鑄造壁部材から伸びかつ該鑄造壁部材を通りぬける開放端部を持つ多数の非常に直径が小さいフィラメントとより成る型の流体分離装置の製造に際し、中空フィラメントの開放端部が鑄造壁部材を通りぬけるようにほぼ平行な中空フィラメントの縦長の束を横切つて横方向に伸びる鑄造壁部材を作る為の改良された方法において、連続的な中空フィラメントのかせからフィラメント束を作り、該束に沿つて伸びかつフィラメントを横方向に拘束してコンパクトな束を維持する可撓性の多孔性スリーブ部材で上記束を囲み、該束が、上記フィラメントが旋回されて繰返し束を横切ることにより、上記連続的なフィラメントの多数のループで構成された端部を持つようにし、該端部と、固化性液体および一層重い非混和性液体で構成された液体本体とを鑄型空洞の中に配置して、上記端部が上記液体本体の中に浸漬されて上記一層重い非混和性液体が上記多数のループを囲むようにし、上記固化性液体を固化させかつ上記束端の内上記ループから隔たる部分を封入し、上記束端の該封入された部分を鑄型空洞から取出し、切断し、多数のループを上記束端の上記封入された部分から除いて、上記中空フィラメントの開放端部がその中を通りぬける鑄造壁部材を作ることから成る方法。

- (45) 重合体組成物で作られた鑄造壁部材によつて閉じられている第1の端を持つ縦長の管状ケーシング集成体と、重合体組成物で作られていて、中空の内部部分を持ち、上記鑄造壁部材から伸びかつ該鑄造壁部材を通りぬける開放端部を持つ多数の非常に直径が小さいフィラメントとより成る型の流体分離装置の製造に際し、中空フィラメントの端を含む端部を持つ、ほぼ平行な

中空フィラメントの縦長の束を横切つて横方向に伸びる鑄造壁部材を作る改良された方法において、上記端部を鑄型空洞内に配置し、上記端部および鑄型空洞を、上記端部のフィラメントが空洞に入る時に伸びる方向に対して垂直であつてかつ上記空洞から隔つている軸線の周りに回転し、上記端部および上記空洞を回転している間に、固化性液体を上記空洞に加えて、上記束の端部にあるフィラメントを横切つて横方向に伸びる塊として上記束の上記端部に係合せしめ、固化性液体の塊に作用する遠心力が、回転軸線に一番近い上記液体の面を、上記フィラメントの横方向においては比較的滑らかな連続的な形態にかつ上記フィラメントが伸びる方向には実質的に急激な偏差がないように維持し、かつ液体を空所のない、泡のない状態に維持するようなレベルに、回転速度を維持し、液体の上記塊を少なくとも部分的に固化させ、回転をとめ、束の上記端部および上記固化した塊を鑄型空洞から取出し、該固化した塊の一部分を切断して、上記中空フィラメントの開放端部がその中を通りぬけている鑄造壁部材を形成することから成る方法。

- (46) 第(45)項記載の方法において、さらに、上記固化性液体より密度の高い充分な量の非混和性液体を、回転中、上記空洞内の上記束の上記中空フィラメントの端と、それを取囲むように係合させて、上記束の端部と係合している固化性液体の塊が、回転および固化の間、上記束の上記端部内の中空フィラメントの端に係合することを実質的に防止することを含む方法。
- (47) 第(45)項記載の方法において、上記固化性液体が、一層密度の高い上記非混和性液体によつてそこから移動させられる前に、上記束の上記端部内の上記中空フィラメントの外側面の上に薄い被膜を形成し得るようにさせられた方法。
- (48) 第(45)項記載の方法において、さらに、最初の固化性液体がその固化中に収縮したことにより発生する洩れをふさぐ為、最初の固化性液体の量の固化が開始した後、回転中に、付加的な固化性液体を上記空洞に加える段階を含む方法。
- (49) 重合体組成物で作られた流密な鑄造壁部材によつて閉じられている第1の端を持つ縦長の管状ケーシング集成体と、重合体組成物で作られていて、中空の内部部分を持ち、上記鑄造壁部材から伸び、該鑄造壁部材を通りぬける開放端部を持つた多数の非常に直径が小さいフィラメ

ントとより成る型の流体分離装置の製造に際し、束に沿つて伸びる拘束的な作用を持つ可撓性の多孔性スリーブ部材によつて囲まれたほぼ平行な中空フィラメントの縦長の束であつて、連続的な中空フィラメントのかせによつて形成され、かつ上記フィラメントが旋回させられて束を横切ることにより、上記中空フィラメントの多数のループで構成された端部を持つ束を横切つて横方向に伸びる鑄造壁部材を作る改良された方法において、上記端部を鑄型空洞内に配置し、上記端部のフィラメントが空洞に入る時に伸びる方向に垂直であつてかつ上記空洞から隔つている軸線の周りに、上記端部および鑄型空洞を回転し、上記端部および上記空洞が回転させられている間に、固化性液体を上記空洞に加えて、束の端部内にあるフィラメントを横切つて横方向に伸びる塊として上記束の上記端部に係合させ、固化性液体の塊に作用する遠心力が、回転軸線に一番近い上記液体の面を、上記フィラメントの横方向には比較的滑らかで連続的な形態にかつ上記フィラメントが伸びる方向には実質的に急激な偏差なしに維持すると共に、液体を空所のない、泡のない状態に維持するようなレベルに、回転速度を維持し、液体の上記塊を少なくとも部分的に固化させ、回転をとめ、束の上記端部および上記固化した塊を鑄型空洞から取出し、該固化した塊の一部分および上記フィラメント・ループを切断して、上記中空フィラメントの開放端部がその中を通りぬける鑄造壁部材を形成することから成る方法。

- (50) 重合体組成物によつて作られた鑄造壁部材によつて閉じられている第1の端を持つ縦長の管状ケーシング集成体と、重合体組成物によつて作られていて、中空の内部部分を持ち、上記鑄造壁部材から上記ケーシング集成体内に伸び、該鑄造壁部材を通りぬける開放端部を持つ多数の非常に直径が小さいフィラメントとより成る型の流体分離装置に用いるものであつて、ほぼ平行な中空フィラメントの縦長の束を横切つて横方向に伸びる鑄造壁部材を形成する為の遠心力鑄造装置において、支持用の基部構造と、所定の軸線の周りに回転するように前記基部構造上に取付けられている回転可能な集成体と、該回転可能な集成体と協働してそれを上記軸線の周りに回転させる駆動手段と、上記回転可能な集成体に装着されていて、ほぼ平行な中空フィラメントの縦長の束を支持しかつ該束を前記回

転可能な集成体と一緒に回転するように固持する手段とを有し、上記束は、上記フィラメントおよび上記束が伸びる方向に対して上記所定の軸線がほぼ垂直になるような位置に、2つの端部を有し、該軸線は上記束の端部から隔っており、装置はさらに、上記回転可能な集成体に支持されかつ中に鑄型空洞が形成されている鑄型装置を有し、該鑄型装置およびその空洞は、上記回転可能な集成体上に支持されたフィラメント束の1つの端部を囲みかつ含むと共に、回転中、液体の塊を、該束の前記1つの端部と係合した状態に維持するように構成、配置および位置決めされ、さらに装置は、上記回転可能な集成体によつて支持されていて、上記鑄型装置と協働し、上記回転可能な集成体、上記鑄型装置および上記束の回転中、上記鑄型装置内の上記1つの端部と係合するように固化性液体を導入する手段を有し、上記駆動手段は、上記回転可能な集成体と、それによつて支持される中空フィラメント束および鑄型装置とを、発生する遠心力が、回転中、上記固化性液体を上記鑄型空洞内にかつ泡のない、空所のない状態に維持する他に、毛細管作用によつて上記液体が上記束の上記フィラメントに沿つてろうそくの芯のようになることを防止するような速度で、回転させるように作動される遠心力鑄造装置。

- 5) 重合体組成物で遠心力作用の下に鑄造された流密な壁部材によつて閉じられている第1の端を持つ縦長の管状ケーシング集成体と、重合体組成物で作られていて、中空の内部部分を持ち、ほぼ平行にかつコンパクトな束の中に、該束に沿つて伸びる可撓性の多孔性スリーブ部材によつて維持され、上記鑄造壁部材から上記ケーシング集成体の中に伸び、かつ該鑄造壁部材を通りぬける開放端部を持つ多数の非常に直径が小さいフィラメントとより成る型の流体分離装置の製造に用いるものであつて、連続的な中空フィラメントのかせから形成され、フィラメントが束を横切ることにより上記連続的なフィラメントの多数のループによつてそれぞれ構成された端部を持つ、ほぼ平行な中空フィラメントの縦長の束を横切つて横方向に伸びる鑄造壁部材を形成する為の遠心力鑄造装置において、支持用の基部構造と、所定の軸線の周りに回転するように前記基部構造上に取付けられた回転可能な集成体と、該回転可能な集成体に協働してそれを上記軸線の周りに回転させる駆動手段と、

上記回転可能な集成体上に装着され、ほぼ平行な中空フィラメントのスリーブ入りの縦長の束を含んでいる管状ケーシング集成体を支持し、かつ該ケーシング集成体を上記回転可能な集成体と一緒に回転させるように固持する手段とを有し、上記ケーシング集成体およびその中に含まれた束は、上記フィラメントおよび上記束が伸びる方向に対して上記所定の軸線がほぼ垂直になるような位置に2つの端部を持ち、該軸線は上記束の端部から隔っており、装置はさらに、上記回転可能な集成体に支持されかつ中に鑄型空洞が形成されている鑄型装置を有し、該鑄型装置およびその空洞は、上記管状ケーシング集成体の上記端部に協働して該ケーシング集成体内のフィラメント束の1つの端部を囲みかつ含むと共に、回転中、該束の前記1つの端部に係合した状態に液体の塊を維持するように構成、配置および位置決めされており、さらに装置は、上記回転可能な集成体によつて支持され、上記鑄型装置に協働して、上記回転可能な集成体、上記鑄型装置および上記束の回転中、上記1つの端部に係合するように上記鑄型空洞内に固化性液体を導入する手段を有し、上記駆動手段は、回転中、発生する遠心力が上記固化性液体を上記鑄型空洞内にかつ泡のない状態に維持する他に、毛細管作用によつて、上記液体が上記束の上記フィラメントに沿つてろうそくの芯のごとくなることを防止するような速度で、上記回転可能な集成体と、これによつて支持されるケーシング集成体、中空フィラメント束および鑄型装置とを回転させるように作動される遠心力鑄造装置。

特許請求の範囲

1 流体混合物から、各混合物成分が重合体組成物で作られかつ中空フィラメントで構成される多数の浸透性薄膜構造を通る際の浸透率が異なることによつて、浸透性流体を分離する改良された流体分離装置において、重合体組成物で作られた流密な鑄造壁部材によつて閉じられた少なくとも1つの端を持つ縦長の流密なケーシング集成体と、中空の内部部分を有し、10乃至500ミクロンの直径および1乃至100ミクロンの範囲のほぼ一様な肉厚を持つ多数のフィラメントとから成り、該フィラメントは上記鑄造壁部材に対して流密関係をもつて該鑄造壁部材の中に埋設されかつ該鑄造壁部から伸びると共に該鑄造壁部材を通りぬける開放端部を持ち、上記ケーシング集成体は、

上記端に、該ケーシング集成体および鋳造壁部材と協働して上記中空フィラメントの内部部分に連通する閉じた室を限定する外側閉成部材をそなえており、該室は、該室の内側と、該室および上記装置の両方の外側の個所との間に流体を移動し得るようにする導管手段をそなえており、上記多数のフィラメントはその主要部分がほぼ平行でかつ該多数のフィラメントの縦方向に伸びる少なくとも1つの縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材によつて囲まれており、該スリーブ部材および上記多数のフィラメントは上記ケーシング集成体の内部断面をほぼ完全に充填し、おのおの上記多孔性スリーブ部材は囲まれたフィラメントと協働して、上記装置の組立ておよび動作の間上記フィラメントを損傷または扁平にするに充分な力または圧力を個々のフィラメントにおよぼすことなしに、フィラメントのほぼ一様な詰め込み密度を持ちかつ横断面に降伏可能な周縁を持つていて束および上記ケーシング集成体内に多数のフィラメントをほぼ一様に、比較的密に詰め込むことが出来るようにしたコンパクトな束に、上記フィラメントを拘束するようにした流体分離装置。

2 流体混合物から、各混合物成分が重合体組成物で作られかつ中空フィラメントで構成される多数の浸透性薄膜構造を通る際の浸透率が異なることによつて、浸透性流体を分離する改良された流体分離装置において、重合体組成物で作られた流密な鋳造壁部材によつて閉じられた少なくとも1つの端を持つ縦長の流密なケーシング集成体と、中空の内部部分を有し、10乃至500ミクロンの直径および1乃至100ミクロンの範囲のほぼ一様な肉厚を持つ多数のフィラメントとから成り、該フィラメントは上記鋳造壁部材に対して流密関係をもつて該鋳造壁部材の中に埋設されかつ該鋳造壁部材から伸びると共に該鋳造壁部材を通りぬける開放端部を持ち、上記ケーシング集成体は、上記端に、該ケーシング集成体および鋳造壁部材と協働して上記中空フィラメントの内部部分に連通する閉じた室を限定する外側閉成部材をそなえており、該室は、該室の内側と、該室および上記装置の両方の外側の個所との間に流体を移動し得るようにする導管手段をそなえており、上記多数のフィラメントはその主要部分がほぼ平行でかつ該多数のフィラメントの縦方向に伸びる少なくとも1つの縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材によつて囲まれており、該スリーブ部材および上記多数のフィラメントは上記ケーシング集成体の内部

断面をほぼ完全に充填し、おのおの上記多孔性スリーブ部材は囲まれたフィラメントと協働して、上記装置の組立ておよび動作の間上記フィラメントを損傷または扁平にするに充分な力または圧力を個々のフィラメントにおよぼすことなしに、フィラメントのほぼ一様な詰め込み密度を持ちかつ横断面に降伏可能な周縁を持つていて束および上記ケーシング集成体内に多数のフィラメントをほぼ一様に、比較的密に詰め込むことが出来るようにしたコンパクトな束に、上記フィラメントを拘束し、さらに上記ケーシング集成体が管状で、それぞれ上記鋳造壁部材によつて閉じられかつ上記外側閉成部材をそなえた2つの端を有し、おのおのの鋳造壁部材は上記ケーシング集成体および上記フィラメントの外部と流密に係合すると共に、空所および泡がないほぼ一様な密度であつて、かつ上記ケーシング集成体と係合する少なくとも1つの周面および2つの向かい合う主面、即ち、フィラメントの外面ならびにケーシング集成体の内面と共に「殻側」区域を限定する内側面およびフィラメントの内面ならびに外側閉成部材の内面と共に「管側」区域を限定する外側面を有し、上記内側面は比較的滑らかで、連続的で、均一で、上記中空フィラメントが伸びる方向に実質的に急激な偏差を持たず、かつ正円筒の内部の一部分の凹彎曲形態を有し、上記コンパクトな束はほぼ平行なフィラメントの群で構成され、各群がやはりスリーブ部材によつて囲まれている流体分離装置。

3 流体混合物から、各混合物成分が重合体組成物で作られた多数の浸透性薄膜構造を通る際の浸透率が異なることによつて、浸透性流体を連続的、漸進的に分離する改良された流体分離装置において、該装置が多数の作動的に関連した分離段から成り、該分離段は第1段配列および最終段配列を含み、おのおのの段配列は少なくとも1つの分離ユニットで構成され、該分離ユニットが重合体組成物で作られた流密な鋳造壁部材によつてそれぞれ閉じられている第1の端および第2の端を持つ縦長の流密な管状ケーシング集成体と、中空の内部部分を持ちかつ10乃至500ミクロンの範囲の直径および1乃至100ミクロンの範囲のほぼ一様な肉厚を持つ多数のフィラメントとより成り、該フィラメントは、上記鋳造壁部材に対する流密関係をもつて該鋳造壁部材内に埋設されると共に該鋳造壁部材の間でその中を通る開放端部を有し、上記管状ケーシング集成体は、おのおのの端に、該管状ケーシング集成体およびその側の端にある

鑄造壁部材と協働して上記中空フィラメントの内部部分に連通する閉じた室を限定する外側閉成部材をそなえており、上記多数のフィラメントはほぼ平行なフィラメントの束で構成され、該束はその縦方向に伸びる少なくとも1つの縦長の可撓性の多孔性スリーブ部材に囲まれており、上記束および上記スリーブ部材は上記管状ケーシング集成体の内部断面をほぼ完全に充填し、上記分離ユニットは、上記鑄造壁部材の一方の側、上記中空フィラメントの外側および上記管状ケーシング集成体の内面によつて制限された「殻側」区域を持ち、上記分離ユニットは、上記鑄造壁部材の他方の側、上記中空フィラメントの内面および上記外側閉成部材の内面によつて制限された「管側」区域をも有し、さらに上記流体分離装置が、上記第1段の各ユニットの「管側」区域に初期流体混合物の入口流を供給する第1の導管手段と、上記第1段の各ユニットの「管側」区域から、十分に枯渇した時に上記初期流体混合物を取出す第2の導管手段と、上記第1段の各ユニットの「殻側」区域に掃引流体流を供給する第3の導管手段と、上記第1段の各ユニットの「殻側」区域から上記掃引流体および浸透した流体部分を取出す第4の導管手段と、前の段配列から浸透した流体部分の少なくとも一部分が上記最終段配列に入口流として供給されて所望の分離を完了するように、上記第1段配列を上記最終段配列と作動的に相互接続する第5の手段と、該第5の手段を構成するものであつて、上記最終段配列に供給された入口流を該最終段の各ユニットの「殻側」区域に向ける第6の導管手段と、上記最終段の各ユニットの「管側」区域からの最終的な浸透流体を取出す第7の導管手段と、上記最終段の各ユニットの「殻側」区域から、十分に枯渇した時に上記入口流を取出す第8の導管手段とを有する流体分離装置。

4 重合体組成物によつて作られた流密な鑄造壁部材によつて閉じられている少なくとも1つの端を持つ縦長の流密なケーシング集成体と、中空の内部部分を持ち、10乃至500ミクロンの範囲の直径および1乃至100ミクロンの範囲のほぼ一様な肉厚を持つ多数のフィラメントとを有する型の流体分離装置を作る方法において、横方向に整合しているほぼ平行な多数の縦長の中空フィラメントを集成して、所定の寸法の横断面を持つ横方向に比較的強く関連している縦長の束を形成し、

該比較的強く関連している束を可撓性の多孔性スリーブ部材で囲み、該スリーブ部材を上記束の長さに沿つて伸ばして、上記スリーブ部材の周縁を上記束の長さに沿い一様に減少させて、一様に上記束を拘束しかつ横方向に圧縮して、上記フィラメントを扁平にし、剪断変形または損傷することなく、上記スリーブ部材における上記束の減少した横断面に対応する横断面を持つ縦長の管状ケーシング集成体の中に配置される一層緊密に詰め込まれたかつ顯著に横断面が減少した束を形成し、該束およびそれを囲むスリーブ部材を縦長の管状ケーシング集成体の中に配置することを包含する方法。

5 重合体組成物によつて作られた流密な鑄造壁部材によつて閉じられている端を持つ縦長の流密なケーシング集成体と、中空の内部部分を持ち、10乃至500ミクロンの範囲の直径および1乃至100ミクロンの範囲のほぼ一様な肉厚を持つ多数のフィラメントと、該フィラメントを囲む可撓性の多孔性のスリーブとを有する型の流体分離装置を作る方法において、連続的な中空フィラメントのかせから、所定寸法の横断面を持ち、かつフィラメントが旋回させられて繰返し束を横切る為に上記連続的なフィラメントの多数のループで構成された比較的強く関連している端部を持つ束を形成し、該端部を鑄型空洞内に配置し、上記端部のフィラメントが空洞に入る時に伸びる方向に垂直であつて、上記空洞から隔っている軸線の周りに、上記端部および上記空洞を回転させ、該端部および該空洞が回転させられている間に、固化性液体を上記空洞に加えて、束の端部内にあるフィラメントを横切つて横方向に伸びる塊として上記束の上記端部に係合せしめ、該液体の塊に作用する遠心力が回転軸線に一番近い上記液体の面を、上記フィラメントの横方向に伸びる比較的滑らかな連続的な形態にかつ上記フィラメントが伸びる方向に実質的に急激な偏差のないように維持すると共に上記液体の塊を空所のない、泡のない状態に維持するようなレベルに、回転速度を維持し、上記液体の塊を少なくとも部分的に固化させ、回転を止め、束の上記端部および上記固化した塊を鑄型空洞から取出し、上記固化した塊の一部分を切断して、上記中空フィラメントの開放端部がその中を通る鑄造壁部材を形成することを包含する方法。

FIG. 7

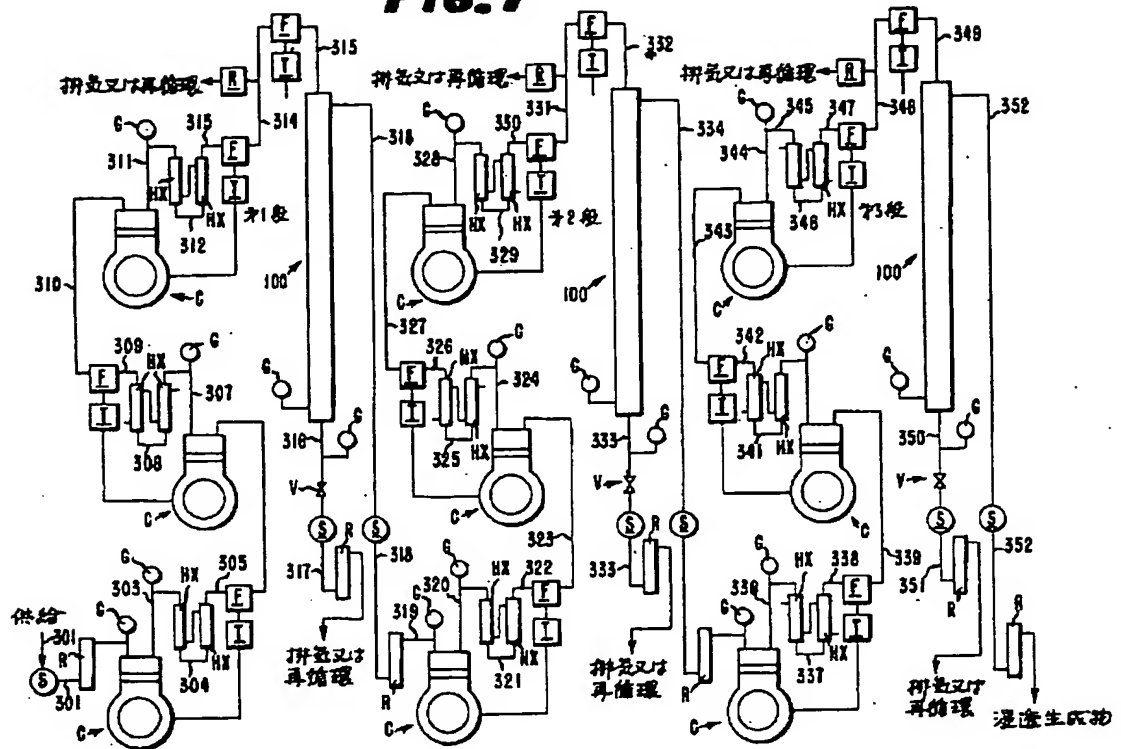


FIG. 8

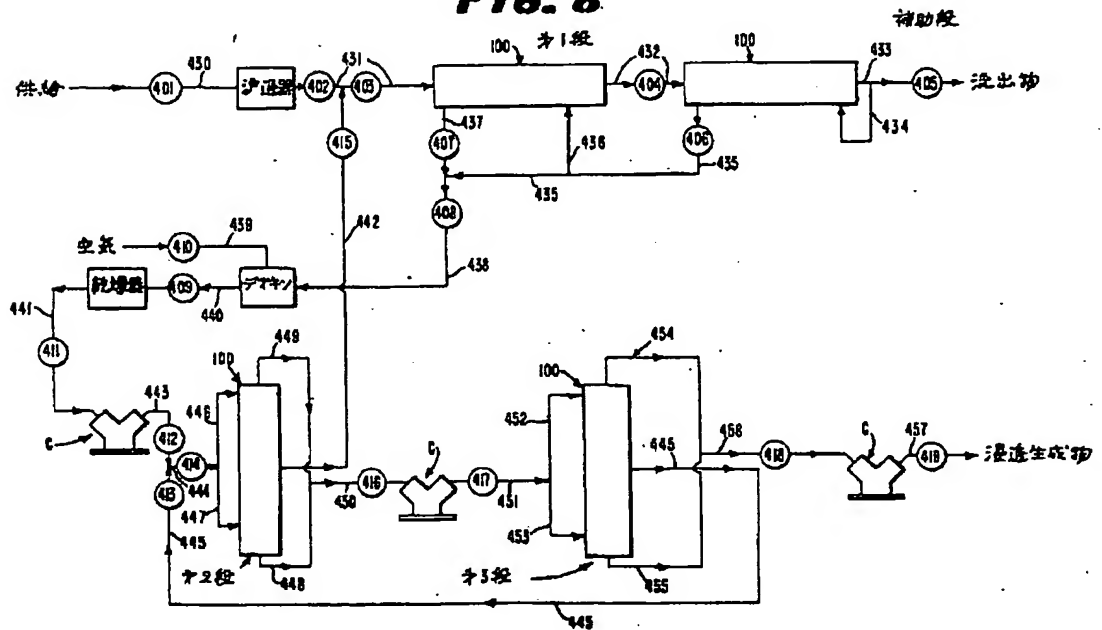


FIG. 9

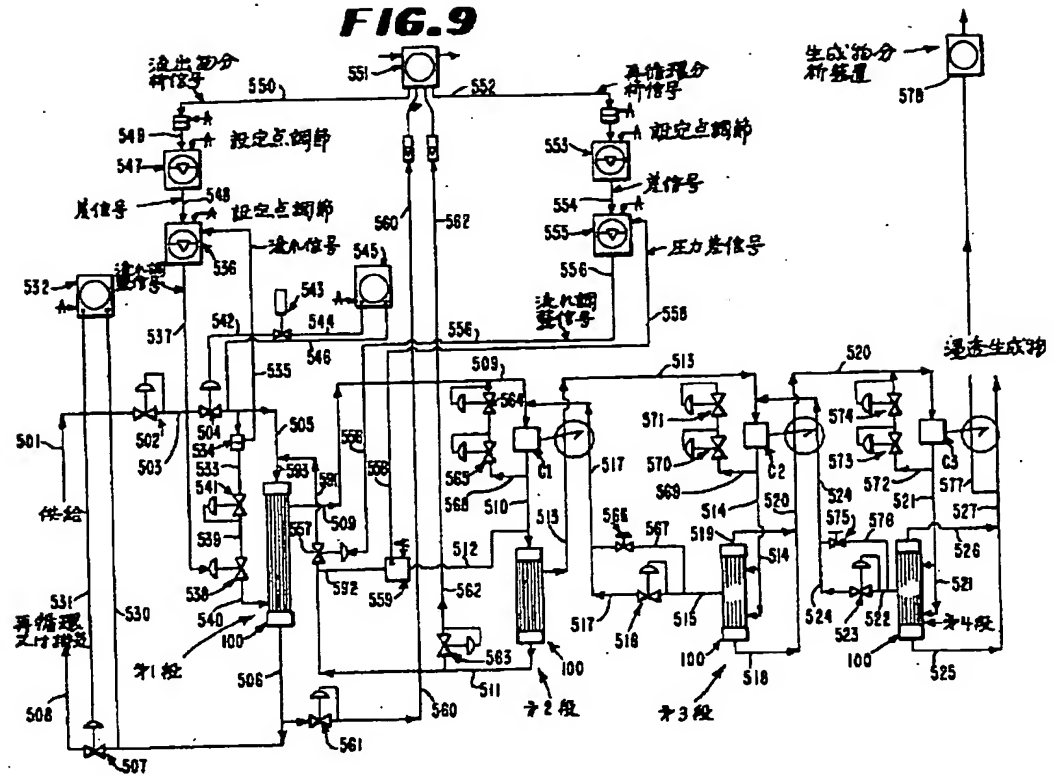


FIG. 9A

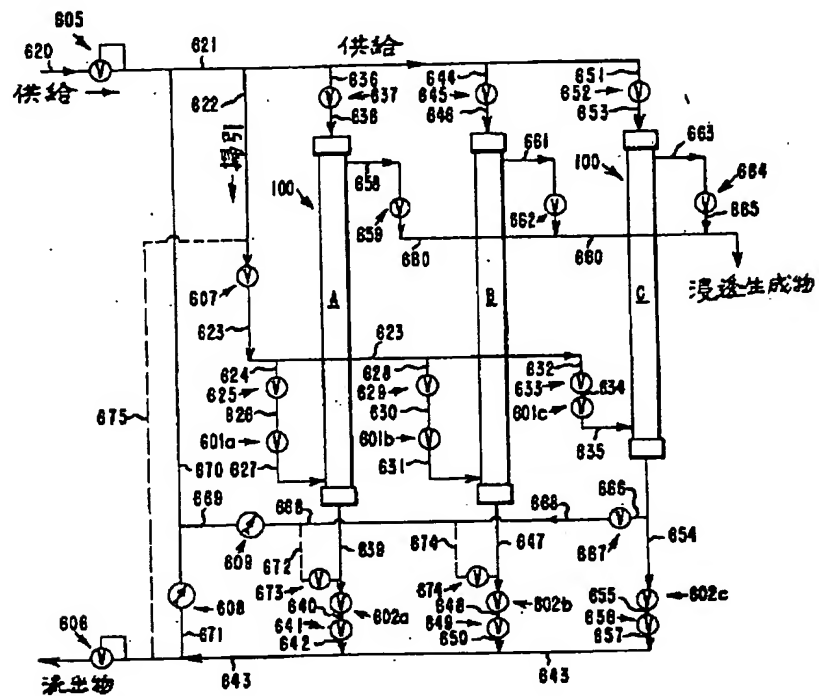


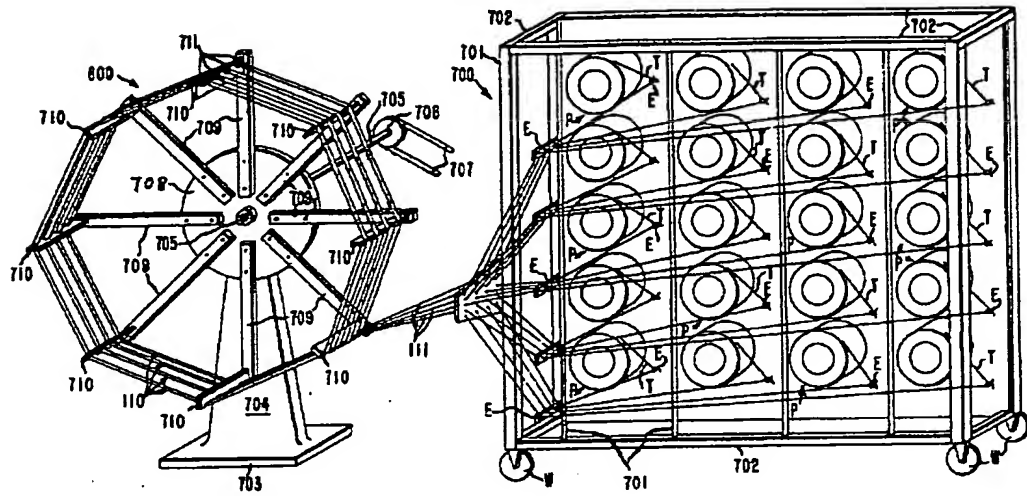
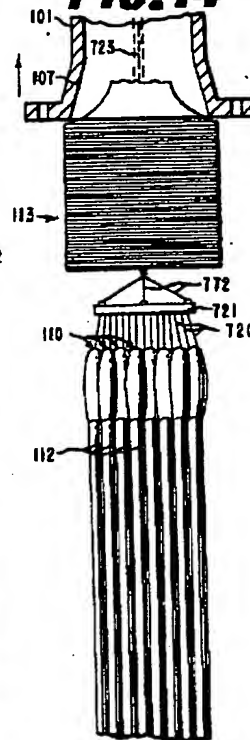
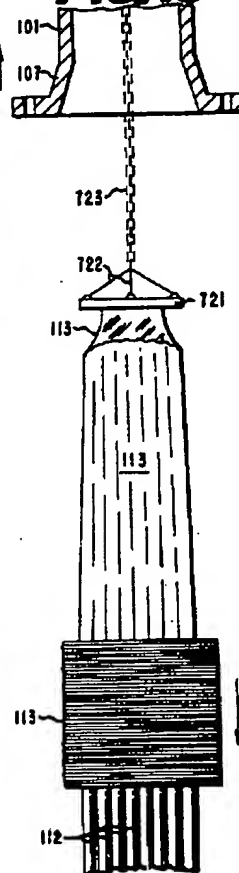
FIG. 10**FIG. 11****FIG. 12****FIG. 13****FIG. 14****FIG. 15**

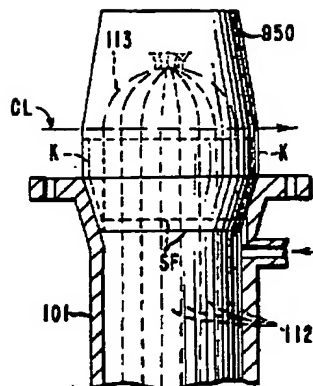
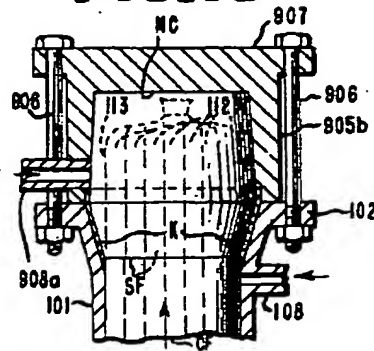
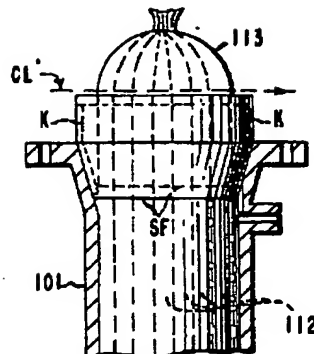
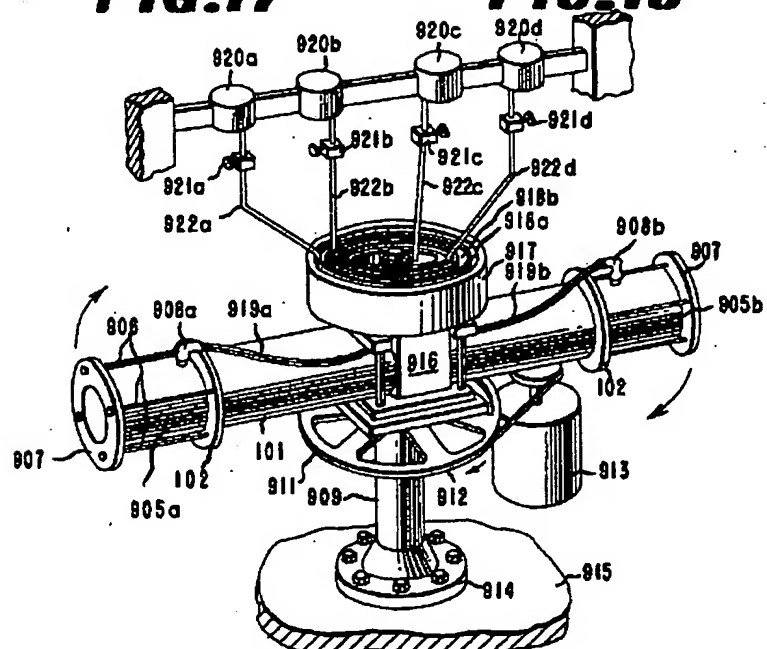
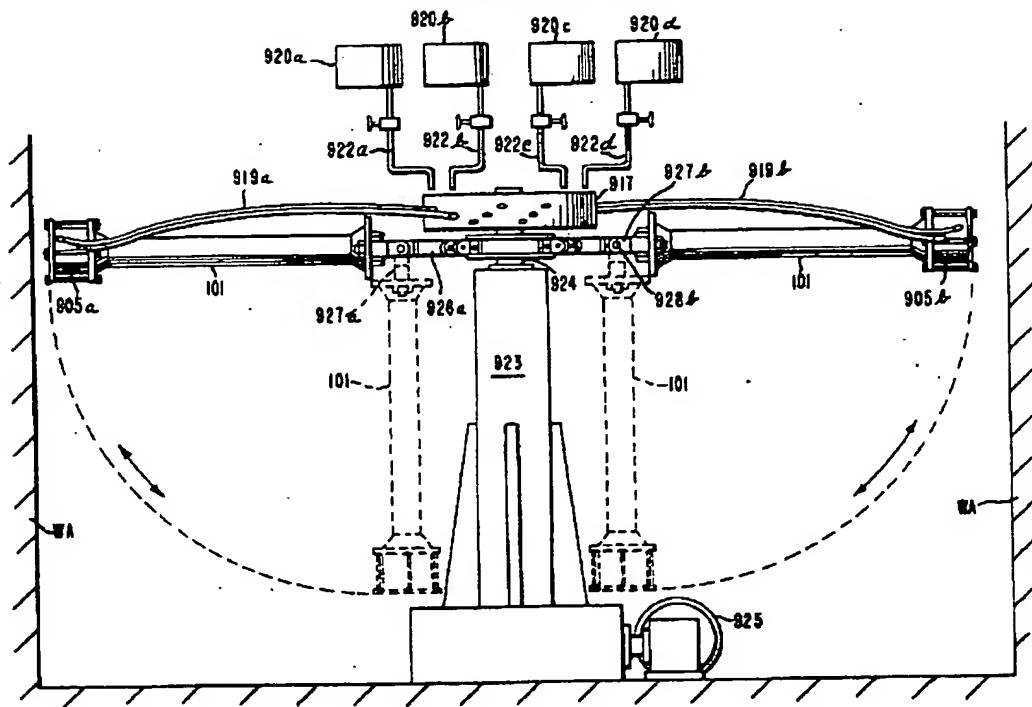
FIG. 16**FIG. 17****FIG. 18****FIG. 19**

FIG. 20

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.